

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (t.j. Dz.U. 2014 poz. 712)., wykonany zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego (Dz. U. 2009 nr 43 poz. 346)

**Budynek Domu Ludowego
w Jadwigowie
(Gmina Tomaszów Mazowiecki)**

Adres budynku	Jadwigów 77 kod: 97-200 poczta: Tomaszów Mazowiecki powiat: tomaszowski województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	Imię i nazwisko: Bartosz Szymusik Tytuł zawodowy: mgr inż.

Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowo - Handlowe
B a S z
mgr inż. *Bartosz Szymusik*
26-200 Końskie, ul. Polna 72
tel./fax (0-41) 372-49-75
NIP 659-100-14-34

Końskie, luty 2016 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1968
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Tomaszów Mazowiecki	1.4 Adres budynku	
	ul. Prezydenta Ignacego Mościckiego 4 97-200 Tomaszów Mazowiecki +48 44 724 55 73 44 723 50 33 PESEL:	Jadwigów 77 97-200 Tomaszów Mazowiecki Łódzkie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
PPUH BaSz Bartosz Szymusik ul. Polna 72 26-200 Końskie 290495100			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Bartosz Szymusik Polna 72 26-200 Końskie		Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowo - Handlowe B a S z mgr inż. Bartosz Szymusik 26-200 Końskie, ul. Polna 72 tel./fax (0-41) 372-49-75 NIP 658-100-14-34	 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Łódź		Data wykonania opracowania	
		luty 2016	
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku			

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]	758,19	758,19
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	268,63	268,63
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	10,00	10,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,71	0,71
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	1,40; 1,85	0,20; 0,21
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	---	---
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,89; 0,87; 0,87	0,89; 0,26; 0,87
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	5,60; 1,10	1,30; 1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	5,60	1,70
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	0,28; 1,09	0,20; 0,15
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	1,25	1,25
2.2.9.	Ściany na gruncie	1,49	1,49
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	2,600
2.3.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,880	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,750	0,750
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,790	0,930

2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	0,960
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	1,000
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]	1287,09	1287,09
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,70	1,70
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	44,71	17,62
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,43	1,43
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	348,23	198,99
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	236,83	66,52
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	9,19	9,19
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)]	360,09	205,77
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	244,89	68,78
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	61,54

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]	146,48	146,48
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	5707,20	5707,20
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	36,03	36,03
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	5707,20	5707,20
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)]	17,19	7,89
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	5,96	5,96
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	164926,17	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	69,31
Planowane koszty całkowite [zł]	244926,17	Premia termomodernizacyjna [zł]	32985,23
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	26182,18		

* 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 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

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

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:

80000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

200000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

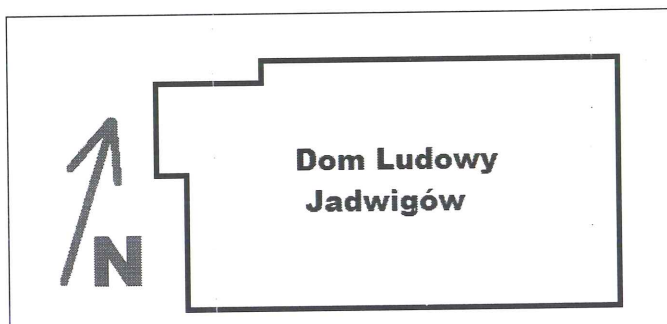
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	758,19 m ³
Kubatura ogrzewania	-	758,19 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	268,63 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,71 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	350,00 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	10,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,40; 1,85	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	---	W/(m ² •K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² •K)
Okna	5,60; 1,10	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	5,60	W/(m ² •K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	0,89; 0,87; 0,87	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	0,28; 1,09	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	1,25	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	1,49	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	146,48 zł/GJ	146,48 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	5707,20 zł/(MW•m-c)	5707,20 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	2,98 zł/m-c	2,98 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	146,48 zł/GJ	146,48 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	5707,20 zł/(MW•m-c)	5707,20 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	2,98 zł/m-c	2,98 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Elektryczne grzejniki bezpośrednio: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe Energia elektryczna - produkcja mieszana	$\eta_{H,g} = 0,990$
Przesyłanie ciepła	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	$\eta_{H,d} = 1,000$
Regulacja systemu grzewczego	Elektryczne grzejniki akumulacyjne z regulatorem proporcjonalnym P	$\eta_{H,e} = 0,880$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,750$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 16 godzin	$w_d = 0,790$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,871
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	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	Brak zasobnika	$\eta_{W,s} = 1,000$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,960
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	1287,09	
Krotność wymian powietrza	1,70	

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

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

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna cegła	Przegroda nie spełnia aktualnie obowiązujących norm przenikalności cieplnej.
Ściana zewnętrzna garaż	Przegroda nie spełnia aktualnie obowiązujących norm przenikalności cieplnej.
Podłoga garaż	Modernizacja przegrody przewidziana w ramach montażu ogrzewania podłogowego.
Strop budynek główny	Przegroda nie spełnia aktualnie obowiązujących norm przenikalności cieplnej.
Strop nad garażem	Przegroda nie spełnia aktualnie obowiązujących norm przenikalności cieplnej.
Podłoga budynek główny	Przegroda nie spełnia aktualnie obowiązujących norm przenikalności cieplnej.
Podłoga sala klubowa	Modernizacja przegrody przewidziana w ramach montażu ogrzewania podłogowego.
Ściana wewnętrzna	Ewentualna modernizacja przegrody nie wpływa na efektywność energetyczną budynku - możliwa realizacja w oparciu o środki własne inwestora.
Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm.
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm.
System grzewczy	Brak systemu grzewczego. Ogrzewanie pomieszczeń elektrycznymi piecami akumulacyjnymi i dmuchawami.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	C.w.u. z elektrycznych podgrzewaczy przepływowych. Nie przewiduje się zmian.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	67,54m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	67,54m ²	
Stopniodni: 3173,90 dzień·K/rok	$t_{wo} = 17,58$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer				
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	146,48	146,48	146,48	146,48	
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20	
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	2,98	2,98	2,98	2,98	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	17	19	21	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,852	0,209	0,189	0,173	0,159
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,54	4,79	5,29	5,79	6,29
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,25	4,75	5,25	5,75
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	34,30	3,87	3,50	3,20	2,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0047	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4743,70	4800,66	4847,79	4887,42
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	210,00	220,00	230,00	240,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	17444,29	18274,97	19105,65	19936,33
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	3,68	3,81	3,94	4,08

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 17444,29 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 3,68 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 17 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop nad garażem		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Styropian, $\lambda = 0,043$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	51,30m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	51,30m ²	
Stopniodni: 3048,88 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,98$ °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	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	25	27
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,089	0,149	0,139
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,92	6,73	7,20
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,81	6,28
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	14,71	2,01	1,88
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0021	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1983,46	2003,71
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	130,00	140,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	8202,87	8833,86
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,14	4,41

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8202,87 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,14 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 25 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	148,54m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	148,54m ²	
Stopniodni: 3680,61 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,61$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer				
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	146,48	146,48	146,48	146,48	
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20	
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	2,98	2,98	2,98	2,98	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	17	19	21	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,402	0,201	0,183	0,168	0,155
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,71	4,96	5,46	5,96	6,46
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,25	4,75	5,25	5,75
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	66,24	9,52	8,65	7,92	7,31
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0083	0,0012	0,0011	0,0010	0,0009
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	8793,06	8928,08	9040,47	9135,46
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	210,00	220,00	230,00	240,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	38368,27	40195,33	42022,39	43849,45
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,36	4,50	4,65	4,80

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 38368,27 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,36 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 17 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop budynek główny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej, $\lambda=0,045$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	245,95m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	245,95m²	
Stopniodni: 3680,61 dzień·K/rok	$t_{wo}=19,59$ °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	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	7	9
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,281	0,196	0,180
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,56	5,11	5,56
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,56	2,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	21,99	15,30	14,08
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0027	0,0019	0,0018
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1037,46	1227,18
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	15,00	17,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	4537,78	5142,81
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,37	4,19

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 4537,78 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,37 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 7 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia wełną mineralną o grubości 7 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Podłoga budynek główny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	76,94m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	76,94m ²	
Stopniodni: 3680,61 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,81$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Oplata za 1 GJ Oz zt/GJ	146,48	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om zt/(MW·m-c)	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab zt/m-c	2,98	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	9	10	11
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,873	0,285	0,265	0,248
Opór cieplny R (m ² K)/W	1,15	3,51	3,78	4,04
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	2,37	2,63	2,89
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	21,36	6,96	6,48	6,06
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0026	0,0008	0,0008	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ΔO zt/rok	---	2228,78	2303,89	2369,21
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zt/m ²	---	195,00	200,00	206,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u zt	---	18454,06	18927,24	19495,06
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	8,28	8,22	8,23

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 18927,24 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 8,22 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 10 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

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 OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 14,31 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 2,18 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 2,18 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 2,18 m ²	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3731,20 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	146,47	146,47
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	2,98	2,98
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	5,600	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	6,43	2,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0007	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	612,07
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	300,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	802,58
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	10,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	1,33

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 812,58 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 1,33 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 494,31 m ³ /h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 17,76 m ²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 14,78 m ²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 14,78 m ²
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)
Stopniodni: 3254,71 dzień•K/rok θi = 17,85 °C θe = -20,00 °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	W2
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	146,48	146,48
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	2,98	2,98
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	5,600	1,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	39,35	14,09
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0124	0,0073
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4045,31
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	532,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	9672,75
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	2,39

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:
 Koszt realizacji wariantu optymalnego: 9672,75 zł
 Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 2,39 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji
U= 1,70

Informacje uzupełniające:
 Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

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
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,78
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	273,83
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,60
Czas użytkowania τ	[h]	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	4,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,q}$	[-]	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	9,19
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	1,43

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]	146,48	146,48
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	[zł]	2,98	2,98
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	348,23	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0447	
Sprawność systemu grzewczego		0,871	2,087
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	17640,18
Koszt modernizacji	[zł]	---	144500,40
SPBT	[lat]	---	8,19

Wariant 2
146,48
5707,20
2,98
2,167
20743,34
172667,40
8,32

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT, obejmujący instalację pompy ciepła oraz budowę systemu c.o. opartą o ogrzewanie podłogowe w części pomieszczeń i grzejniki płytowe w pozostałych pomieszczeniach. System centralnego ogrzewania będzie wyposażony w system regulacji centralnej oraz miejscowej. Ze względu na źródło energii zasilającej budynek (energia elektryczna) celem będzie wymiana systemu oświetleniowego na energooszczędny (LED). Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen urządzeń i robocizny dostępnych w ofertach firm branży instalacyjnej.

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 $\eta_{H,q}$	2,600
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 $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,750
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,930
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	2,087

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

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż pompy ciepła	76383,00
montaż instalacji c.o.	37613,40
montaż ogrzewania podłogowego	30504,00
Suma:	144500,40

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	W ramach kompleksowej termomodernizacji budynku przewiduje się modernizację źródła ciepła, polegającą na instalacji pompy ciepła, budowie systemu centralnego ogrzewania (wymiana sieci c.o., grzejników, montaż instalacji ogrzewania podłogowego w części pomieszczeń). W celu poprawy efektywności energetycznej budynku planuje się wymianę starego oświetlenia na energooszczędne typu LED. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen urządzeń i robocizny dostępnych w ofertach firm branży instalacyjnej.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Planuje się wykonanie rurociągów c.o. z rur polipropylenowych w izolacji termicznej.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Pompa ciepła powinna być wyposażona w regulator pogodowy dla dwóch obiegów ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Regulator powinien posiadać moduł zdalnego sterowania z czujnikiem temperatury wewnętrznej i trzema trybami pracy (normalna, obniżona, automatyczna). Ponadto przewiduje się układy do regulacji miejscowej na grzejnikach.

Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Instalacja grzewcza powinna być wyposażona w zasobnik buforowy
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	Nie przewiduje się zmian

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

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58 zł	1,33
2.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75 zł	2,39
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29 zł	3,68
4.	Modernizacja przegrody Strop nad garażem	8202,87 zł	4,14
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	38368,27 zł	4,36
6.	Modernizacja przegrody Strop budynek główny	4537,78 zł	4,37
7.	Modernizacja przegrody Podłoga budynek główny	18927,24 zł	8,22
8.	Audyt energetyczny budynku	2460,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40	8,19

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29
4	Modernizacja przegrody Strop nad garażem	8202,87
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	38368,27
6	Modernizacja przegrody Strop budynek główny	4537,78
7	Modernizacja przegrody Podłoga budynek główny	18927,24
8	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
9	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		244926,17

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29
4	Modernizacja przegrody Strop nad garażem	8202,87
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	38368,27
6	Modernizacja przegrody Strop budynek główny	4537,78
7	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
8	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		225998,93

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29
4	Modernizacja przegrody Strop nad garażem	8202,87
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	38368,27
6	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
7	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		221461,15

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29
4	Modernizacja przegrody Strop nad garażem	8202,87
5	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
6	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		183092,89

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż	17444,29
4	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
5	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		174890,02

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	9672,75
3	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
4	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		157445,72

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	812,58
2	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
3	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		147772,98

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	144500,40
2	Audyt energetyczny budynku	2460,00
Całkowity koszt		146960,40

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	wskaznik ciepliny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej AN
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0447	348,23	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	63,57	0,71
1	0,0276	198,99	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
2	0,0278	200,91	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
3	0,0286	208,55	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
4	0,0357	274,45	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
5	0,0375	288,29	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
6	0,0418	322,49	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
7	0,0443	344,78	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71
8	0,0447	348,23	19,27	268,63	758,19	758,19	758,19	...	0,71

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	% ΔO
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
	GJ	GJ							
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	348,23 0,0447	9,19 0,0014	0,87	0,75	0,79	246,35	39313,60	---	---
1	198,99 0,0276	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	75,60	13131,42	26182,18	66,60
2	200,91 0,0278	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	76,24	13238,97	26074,62	66,32
3	208,55 0,0286	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	78,79	13667,24	25646,35	65,24
4	274,45 0,0357	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	100,78	17375,02	21938,57	55,80
5	288,29 0,0375	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	105,40	18174,87	21138,73	53,77
6	322,49 0,0418	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	116,82	20141,23	19172,37	48,77
7	344,78 0,0443	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	124,25	21402,09	17911,50	45,56
8	348,23 0,0447	9,19 0,0014	2,09	0,75	0,93	125,41	21598,14	17715,46	45,06

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	244926,17 zł	26182,18	69,31%	80000,00 164926,17	32,66% 67,34%	32985,23	39188,19	52364,36
2	225998,93 zł	26074,62	69,05%	80000,00 145998,93	35,40% 64,60%	29199,79	36159,83	52149,25
3	221461,15 zł	25646,35	68,02%	80000,00 141461,15	36,12% 63,88%	28292,23	35433,78	51292,71
4	183092,89 zł	21938,57	59,09%	80000,00 103092,89	43,69% 56,31%	20618,58	29294,86	43877,15
5	174890,02 zł	21138,73	57,21%	80000,00 94890,02	45,74% 54,26%	18978,00	27982,40	42277,46
6	157445,72 zł	19172,37	52,58%	80000,00 77445,72	50,81% 49,19%	15489,14	25191,32	38344,74
7	147772,98 zł	17911,50	49,56%	80000,00 67772,98	54,14% 45,86%	13554,60	23643,68	35823,01
8	146960,40 zł	17715,46	49,09%	80000,00 66960,40	54,44% 45,56%	13392,08	23513,66	35430,91

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

- Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: **25%**
- Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej
- Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie **80000,00 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	244926,17 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	80000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	164926,17 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	32985,23 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	26182,18 zł	tj. 66,60 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna garaż**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 17 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop nad garażem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 25 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 17 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop budynek główny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 7 cm

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

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia wełną mineralną o grubości 7 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Podłoga budynek główny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia styropianem o grubości 10 cm o najkorzystniejszym współczynniku SPBT. Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

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

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

Uwagi:

Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,700 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen materiałów i robocizny dostępnych w ofertach firm branży budowlanej.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

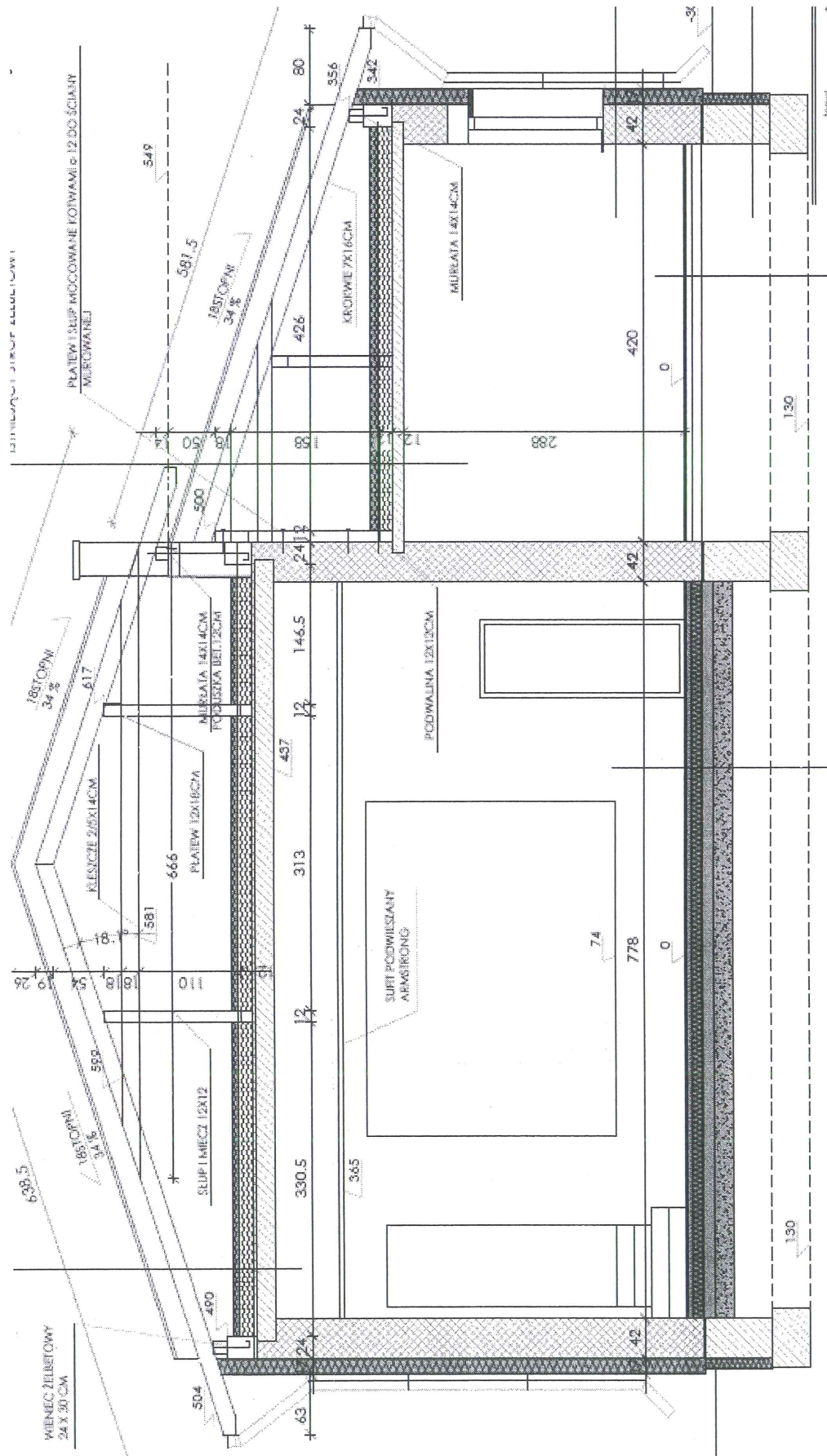
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Wybrano wariant o korzystniejszym SPBT, obejmujący instalację pompy ciepła oraz budowę systemu c.o. opartą o ogrzewanie podłogowe w części pomieszczeń i grzejniki płytowe w pozostałych pomieszczeniach. System centralnego ogrzewania będzie wyposażony w system regulacji centralnej oraz miejscowej. Ze względu na źródło energii zasilającej budynek (energia elektryczna) celem będzie wymiana systemu oświetleniowego na energooszczędny (LED). Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz cen urządzeń i robocizny dostępnych w ofertach firm branży instalacyjnej.

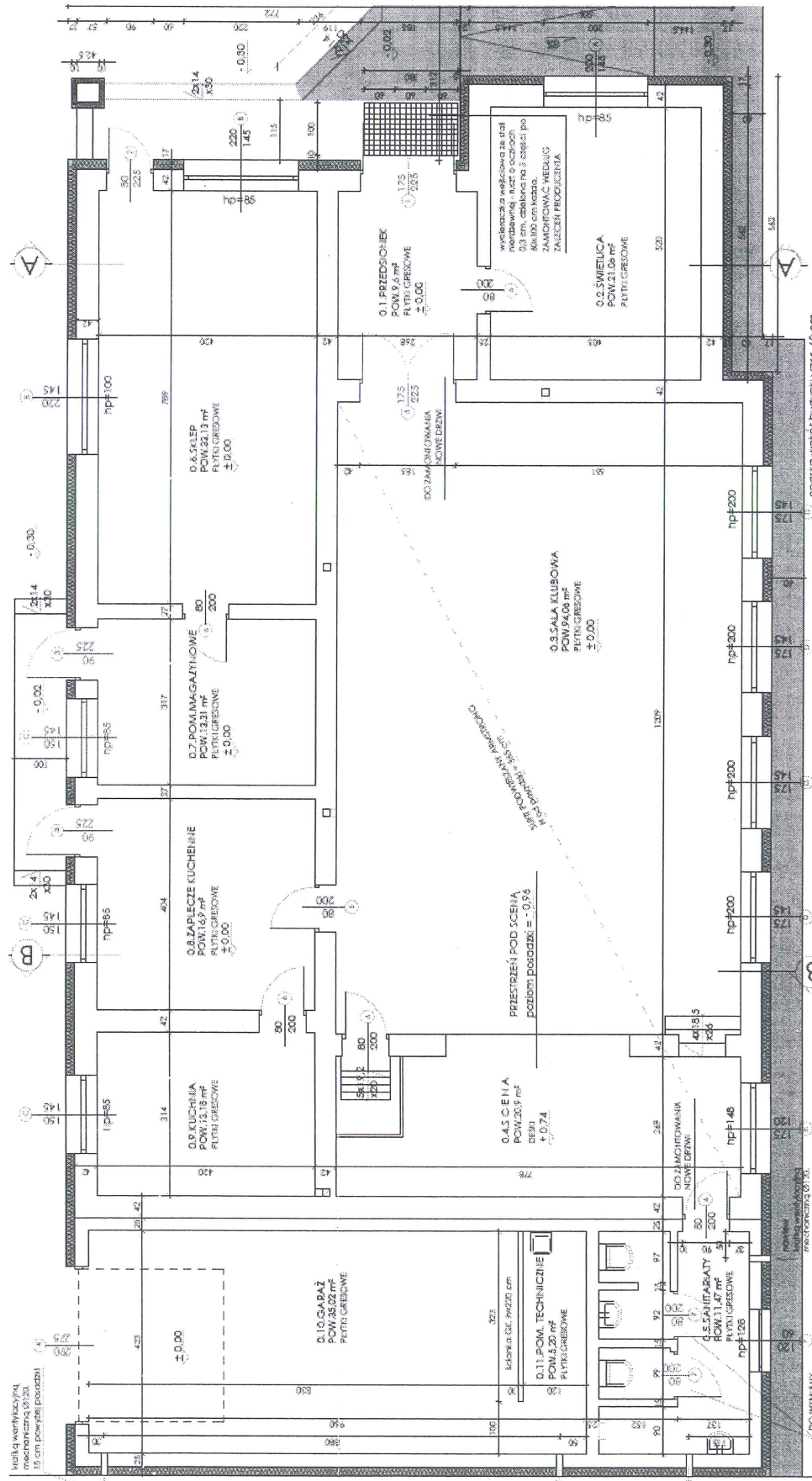
Przekrój budynku

Załącznik nr 1a



Rzut parteru

Załącznik nr 1b



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Budynek Domu Ludowego
w Jadwigowie
(Gmina Tomaszów Mazowiecki)**

EFEKT EKOLOGICZNY

Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowo - Handlowe
BASE
mgr inż. Bartosz Szymusik
26-200 Końskie, ul. Polna 72
tel./fax (0-41) 372-49-75
NIP 658-100-14-34

Końskie, luty 2016

**Wyniki wyliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania
(z uwzględnieniem sprawności systemu) i przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	Ogrzewanie	Ciepła woda użytkowa
Stan istniejący	$Q_{0co} = 236,83$	$Q_{0cwu} = 9,19$
Po ociepleniu	$Q_{1co} = 66,52$	$Q_{1cwu} = 9,19$

Ogrzewanie – stan istniejący: ogrzewanie elektryczne (piece akumulacyjne i dmuchawy)

C.w.u. – stan istniejący: elektryczne podgrzewacze przepływowe

Ogrzewanie – stan po termomodernizacji: pompa ciepła zasilana energią elektryczną z sieci

C.w.u. – stan istniejący: pompa ciepła zasilana energią elektryczną z sieci

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej:

Emisja CO₂ dla elektrowni zawodowych, węgiel brunatny – 110,55 kg/GJ

Emisja pyłu – 0,05 kg/MWh = 0,18 kg /GJ (frakcje: pył PM10 – 36,1%; pył PM2,5 – 40,7%)

Emisja benzo(a)pirenu: dla węgla brunatnego - 3,52kg/Gg ~ 0,00079 kg/GJ

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię – stan obecny

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię elektryczną na c.o. i c.w.u.

Stan przed termomodernizacją: 9,19 GJ (c.w.u.) + 236,83 GJ (c.o.) = 246,02 GJ

Stan przed termomodernizacją – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.o. + c.w.u)	Emisja (w kg/rok)	
	246,02 GJ	Pył =
PM10		15,986
PM2,5		18,023
CO ₂ =		27443,531
B-a-P =		0,194

Stan po termomodernizacji: 9,19 GJ (c.w.u.) + 66,52 GJ (c.o.) = 75,71 GJ

Stan po termomodernizacji – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.o. + c.w.u)	Emisja (w kg/rok)	
75,71 GJ	Pył =	13,628
	PM10	4,920
	PM2,5	5,547
	CO ₂ =	8445,451
	B-a-P =	0,060

Redukcja emisji zanieczyszczeń dla ogrzewania i c.w.u.:

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	30,656	69,23
PM10	11,067	69,23
PM2,5	12,477	69,23
CO ₂ =	18998,081	69,23
B-a-P =	0,135	69,23

Modernizacja oświetlenia budynku:

W związku z planowaną modernizacją oświetlenia w budynku (oświetlenie typu LED) przewiduje się zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną na oświetlenie budynku. Szacowana redukcja na poziomie 70% pozwoli na dodatkową redukcję emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Dotychczasowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku: około 900 kWh = 3,24 GJ

Emisja zanieczyszczeń związana ze zużyciem energii elektrycznej do oświetlenia budynku:

Stan obecny– energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (oświetlenie)	Emisja (w kg/rok)	
3,24 GJ	Pył =	0,583
	PM10	0,211
	PM2,5	0,237
	CO ₂ =	361,422
	B-a-P =	0,003

Przewidywane zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku po termomodernizacji: 270,0 kWh = 0,972 GJ

Emisja zanieczyszczeń związana ze zużyciem energii elektrycznej do oświetlenia budynku po termomodernizacji:

Stan po termomodernizacji – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (oświetlenie)	Emisja (w kg/rok)	
0,972 GJ	Pył =	0,175
	PM10	0,063
	PM2,5	0,071
	CO ₂ =	108,427
	B-a-P =	0,001

Redukcja emisji zanieczyszczeń dla oświetlenia budynku:

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	0,408	70
PM10	0,147	70
PM2,5	0,166	70
CO ₂ =	252,995	70
B-a-P =	0,002	70