

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 Godaszewicach
(Gmina Tomaszów Mazowiecki)**

Adres budynku	Godaszewice 48 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 658-100-14-34

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	1957
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Tomaszów Mazowiecki ul. Prezydenta Ignacego Mościckiego 4	1.4 Adres budynku	
	97-200 Tomaszów Mazowiecki +48 44 724 55 73 44 723 50 33 PESEL:	Godaszewice 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	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1342,69	1342,69
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	431,68	431,68
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	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	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,50	0,50
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	1,36; 1,17	0,15; 0,16
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	2,08	0,18
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,35	0,18
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	5,60; 1,10	1,10; 1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	5,60	1,30
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	0,28	0,09
2.2.8.	Stropy wewnętrzne	0,60	0,60
2.2.9.	Ściany wewnętrzne	1,64	1,64
2.2.10.	Ściany na gruncie	1,20	0,20
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	2,600
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,890	0,930
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	0,850	0,850

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	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,840
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]	1236,29	1236,29
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,92	0,92
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	69,93	15,81
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,98	1,98
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	717,60	344,23
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	823,74	99,51
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	38,99	24,49
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)]	461,77	221,51
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	530,06	64,04
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]	27,42	146,48
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	1500,00	5707,20
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	33,85	33,85
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)]	10,23	56,40
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	2,98	5,96
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	362811,31	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	85,54
Planowane koszty całkowite [zł]	512811,31	Premia termomodernizacyjna [zł]	18580,56
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	9290,28		

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

** Uoże [%] obliczony 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 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:

150000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

500000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

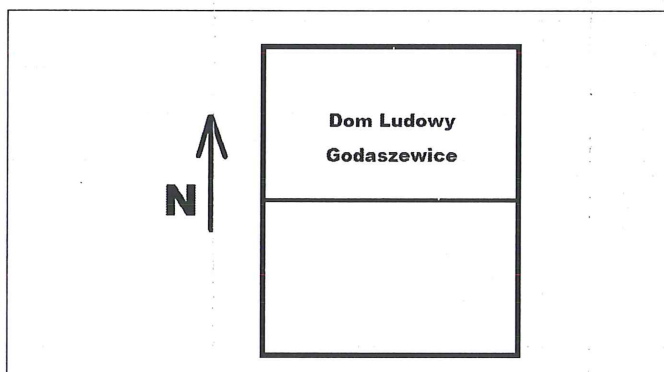
4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1342,69 m ³
Kubatura ogrzewania	-	1342,69 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	431,68 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,50 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	286,29 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	1,36; 1,17	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	2,08	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	0,35	W/(m ² •K)
Stropy zewnętrzne	0,28	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	0,60	W/(m ² •K)
Ściany wewnętrzne	1,64	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	1,20	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	27,42 zł/GJ	146,48 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	1500,00 zł/(MW•m-c)	5707,20 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 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

Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego					
Rodzaj paliwa	Cena jednostki paliwa	% udział źródła	Wartość opałowa	Cena za GJ	średnia ważona opłata za GJ
Paliwo – Węgiel kamienny	0,76zł	100%	0,028 GJ/kg	27,42zł	86,95
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,53zł	100%	0,004 GJ/kWh	146,48zł	
Σ		200%			
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego					
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000 Paliwo - węgiel kamienny				$\eta_{H,g} = 0,650$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej				$\eta_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-1K				$\eta_{H,e} = 0,890$
Akumulacje 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: 12 godzin				$w_d = 0,850$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$					0,555
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/kanaly grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	1236,29
Krotność wymian powietrza	0,92

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	Ściany zewnętrzne nie spełniają aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła.
Ściana zewnętrzna piwnica	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm izolacyjności cieplnej.
Podłoga na gruncie	Przegroda jest w złym stanie technicznym i nie spełnia norm przenikalności ciepła.
Strop zewnętrzny	Dach budynku nie spełnia aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła. Budynek Domu Ludowego składa się z dwóch części: niższej i wyższej. Część niższa ma dach drewniany pokryty blachą, dach ten wykonany jest tuż nad powierzchnią stropu tworząc stropodach wentylowany. Brak jest możliwości dostępu na całą powierzchnię. W celu ocieplenia tej przegrody należy rozebrać istniejące pokrycie, ułożyć ocieplenie na stropie i odtworzyć pokrycie budynku.
Strop wewnętrzny	Modernizacja przegrody nie wpłynie na efektywność energetyczną budynku. Ewentualna modernizacja możliwa w oparciu o środki własne.
Ściana wewnętrzna	Modernizacja przegrody nie wpłynie na efektywność energetyczną budynku. Ewentualna modernizacja możliwa w oparciu o środki własne.
Ściana na gruncie	Ściana na gruncie nie spełnia aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła.
Dach	Dach budynku nie spełnia aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła. Budynek Domu Ludowego składa się z dwóch części: niższej i wyższej. Część wyższa posiada dach o konstrukcji drewnianej pokryty papą. Z uwagi na sposób wykonania tej części dachu istnieje możliwość ocieplenia dachu części wyższej poprzez zastosowanie ocieplenia warstwą wełny mineralnej zamocowanej na poszyciu dachu.
Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna zewnętrzne nie spełniają aktualnie obowiązujących norm.
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi zewnętrzne nie spełniają aktualnie obowiązujących norm.
System grzewczy	Ogrzewanie paliwem węglowym, wyeksploatowany piec c.o. i instalacja c.o.,
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Brak sieci c.w.u. w budynku - wykorzystywane elektryczne podgrzewacze przepływowe.

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 Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Maty z wełny mineralnej, $\lambda = 0,040$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	125,07m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	125,07m ²	
Stopniodni: 3731,20 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,42	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	19	20	21
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,082	0,191	0,182	0,175
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,48	5,23	5,48	5,73
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,75	5,00	5,25
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	83,95	7,71	7,36	7,04
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0104	0,0010	0,0009	0,0009
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1258,95	1313,45	1363,20
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	165,00	170,00	177,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	25382,96	26152,14	27228,99
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	20,16	19,91	19,97

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 26152,14 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,91 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia wełną mineralną o grubości warstwy 20 cm ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny 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)]; Wariant 2, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej, $\lambda = 0,042$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	405,21 m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	405,21 m ²	
Stopniodni: 3540,19 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,96$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer				
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 2	Wariant 2.1	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,42	146,48	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	23	25	24	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,356	0,157	0,146	0,155	0,144
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,74	6,35	6,85	6,45	6,93
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,62	6,12	5,71	6,19
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	168,06	19,51	18,08	19,21	17,89
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0214	0,0025	0,0023	0,0024	0,0023
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1930,39	2151,25	1976,32	2181,26
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	180,00	185,00	190,00	195,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	89713,27	92205,31	94697,34	97189,38
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	46,47	42,86	47,92	44,56

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 92205,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 42,86 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	52,93m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	52,93m²	
Stopniodni: 3017,45 dzień·K/rok	$t_{wo} = 17,40$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer						
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4	Wariant 1.5	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,42	146,48	146,48	146,48	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	16	17	18	19	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,167	0,199	0,189	0,179	0,171	0,163	0,156
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,86	5,02	5,30	5,58	5,86	6,13	6,41
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,17	4,44	4,72	5,00	5,28	5,56
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	16,11	2,75	2,60	2,47	2,36	2,25	2,15
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0023	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	18,11	40,61	60,87	79,20	95,88	111,11
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	265,00	270,00	275,00	280,00	285,00	290,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	17251,88	17577,39	17902,90	18228,40	18553,91	18879,42
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	952,54	432,84	294,13	230,15	193,52	169,92

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.5

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 18879,42 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 169,92 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

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, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,036$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	48,76m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	48,76m ²	
Stopniodni: 3017,45 dzień·K/rok	$t_{wo} = 17,17$ °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	27,42	146,48	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,203	0,240	0,225	0,212	0,200
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,83	4,16	4,44	4,72	5,00
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33	3,61	3,89	4,17
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	15,29	3,05	2,86	2,69	2,54
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0022	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-54,09	-24,26	2,05	25,44
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	270,00	280,00	290,00	300,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	16194,52	16794,32	17394,12	17993,92
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-299,40	-692,12	8485,91	707,33

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 17993,92 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 707,33 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	169,04m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	169,04m ²	
Stopniodni: 3221,33 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,99$ °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	27,42	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m -c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	5	10	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,353	0,241	0,183	0,147
Opór cieplny R	(m ² K)/W	2,84	4,15	5,47	6,78
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	1,32	2,63	3,95
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	16,59	11,33	8,61	6,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0022	0,0015	0,0011	0,0009
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-1304,41	-880,00	-620,26
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	150,00	170,00	190,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	31187,88	35346,26	39504,65
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-23,91	-40,17	-63,69

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 35346,26 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -40,17 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia podłogi warstwą styropianu o grubości 10 cm ze względu na spełnienie norm izolacyjności oraz wskazania techniczne - jednakowy poziom posadzki w pomieszczeniach z ocieplaną podłogą i pomieszczeniach z instalowanym ogrzewaniem podłogowym. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Filce, maty i płyty z wełny mineralnej, $\lambda=0,042$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	129,48m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	129,48m ²	
Stopniodni: 3391,89 dzień·K/rok	$t_{wo}=19,40$ °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	27,42	146,48	146,48	146,48
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	1500,00	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	28	29	30
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,281	0,098	0,096	0,093
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,56	10,22	10,46	10,70
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,67	6,90	7,14
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	10,67	3,71	3,63	3,55
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0014	0,0005	0,0005	0,0005
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-295,24	-282,09	-269,52
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	130,00	135,00	140,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	20703,85	21500,15	22296,46
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-70,13	-76,22	-82,73

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 22296,46 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -82,73 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 30 cm

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant ocieplenia stropu warstwą wełny mineralnej o grubości 15 cm. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny 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: 670,90 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 42,34 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 42,34 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyczeń nakładów: 42,34 m ²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3524,00 dzień•K/rok θi = 19,07 °C θe = -20,00 °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	27,42	146,48	146,48
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	1500,00	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	2,98	2,98
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	5,600	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	103,94	36,36	30,84
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0213	0,0144	0,0107
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-3113,38	-2055,24
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	350,00	400,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	18225,22	20828,82
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	10,00	10,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-5,86	-10,14

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 20838,82 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -10,14 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,10

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant zapewniający większą redukcję zapotrzebowania na ciepło i spełniający normy, które będą obowiązywać od 2021 r. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny 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: **194,88** m³/h
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **14,85**m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **14,85**m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **14,85**m²
 Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
 Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)
 Stopniodni: **2843,20** dzień•K/rok θi = **16,00** °C θe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	27,42	146,48	146,48
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	1500,00	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	2,98	2,98
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	1,00
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	5,600	1,700	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	28,18	6,20	9,53
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0062	0,0033	0,0031
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-284,82	-758,30
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1300,00	1550,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	23737,16	28301,99
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-83,34	-37,32

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 28301,99 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -37,32 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Wybrano wariant zapewniający większą redukcję zapotrzebowania na ciepło i spełniający normy, które będą obowiązywać od 2021 r. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny 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	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	431,71	431,71
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{w1}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	1,40	1,40
Czas użytkowania τ	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,q}$	[-]	0,96	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	38,99	24,49
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	1,98	1,98

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Oplata za 1 GJ	[zł/GJ]	146,48	146,48
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	[zł]	2,98	2,98
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	2125,17
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	8487,00
SPBT	[lat]	---	3,99

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż systemu c.w.u	8487,00
---	---
Suma:	8487,00

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	C.w.u. będzie rozprowadzana z zasobnikowego podgrzewacza, zasilanego z pompy ciepła.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Planuje się budowę sieci c.w.u. z cyrkulacją, z rur polipropylenowych w izolacji termicznej.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	System grzewczy będzie wyposażony w zasobnik buforowy.

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]	27,42	146,48
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	1500,00	5707,20
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	2,98
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	717,60	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0699	
Sprawność systemu grzewczego		0,555	0,732
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	-72511,83
Koszt modernizacji	[zł]	---	116850,00
SPBT	[lat]	---	-1,61

Wariant 2
146,48
5707,20
2,98
2,205
-11366,82
239850,00
-21,10

Informacje uzupełniające:

Analizowano wariant budowy kotłowni z nowoczesnym kotłem węglowym oraz wariant z ogrzewaniem elektrycznym z pompą ciepła. Za korzystniejszy uznano wariant z odnawialnym źródłem energii (pompa ciepła). Wartości wskaźnika SPBT związane są z różnicą kosztów 1 GJ dla paliwa węglowego i energii elektrycznej. Koszt usprawnienia przyjęto w oparciu o wstępny kosztorys inwestorski oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny 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 $\eta_{H,d}$	2,600
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
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	0,850
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,d}$ $\eta_{H,d}$ $\eta_{H,e}$ $\eta_{H,s}$	2,205

*) - 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	110700,00
Montaż instalacji c.o.	92250,00
Montaż ogrzewania podłogowego	36900,00
Suma:	239850,00

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Planuje się instalację monoblokowej pompy ciepła powietrze / woda ze sprężarką inwerterową płynnie regulującą wydajność.
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 o pojemności min. 400 litrów
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 systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00 zł	3,99
2.	Modernizacja przegrody Dach	26152,14 zł	19,91
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31 zł	42,86
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42 zł	169,92
5.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92 zł	707,33
6.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	20838,82 zł	-10,14
7.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	28301,99 zł	-37,32
8.	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	35346,26 zł	-40,17
9.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	22296,46 zł	-82,73
10.	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00	-21,10

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	20838,82
7	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	28301,99
8	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	35346,26
9	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	22296,46
10	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
11	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		512811,31

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	20838,82
7	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	28301,99
8	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie	35346,26
9	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
10	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		490514,86

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92
6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	20838,82
7	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	28301,99
8	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
9	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		455168,59

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92

Projekt: DL Godaszewice
 Licencja dla: PPUH "BaSz" mgr inż. Bartosz Szymusik [L01]

6	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	20838,82
7	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
8	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		426866,60

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	17993,92
6	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
7	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		406027,78

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica	18879,42
5	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
6	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		388033,86

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła	92205,31
4	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
5	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		369154,44

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja przegrody Dach	26152,14
3	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
4	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		276949,14

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	8487,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
3	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		250797,00

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	239850,00
2	Opracowanie audytu energetycznego	2460,00
Całkowity koszt		242310,00

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	wskaznik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej AV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,0699	717,60	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	56,26	0,50
1	0,0279	344,23	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
2	0,0289	352,17	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
3	0,0290	353,05	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
4	0,0313	373,92	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
5	0,0388	438,86	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
6	0,0393	442,38	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
7	0,0413	457,31	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
8	0,0604	628,25	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
9	0,0699	717,60	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50
10	0,0699	717,60	18,65	431,68	1342,69	1342,69	1342,69	...	0,50

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	717,60 0,0699	38,99 0,0020	0,56	0,75	0,85	855,90	29541,88	---	---
1	344,23 0,0279	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	123,79	20251,60	9290,28	31,45
2	352,17 0,0289	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	126,08	20655,58	8886,30	30,08
3	353,05 0,0290	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	126,33	20699,61	8842,27	29,93
4	373,92 0,0313	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	132,35	21738,97	7802,91	26,41
5	438,86 0,0388	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	151,08	24996,58	4545,30	15,39
6	442,38 0,0393	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	152,10	25179,56	4362,32	14,77
7	457,31 0,0413	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	156,41	25947,38	3594,50	12,17
8	628,25 0,0604	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	205,72	34478,35	-4936,47	-16,71
9	717,60 0,0699	24,49 0,0020	2,21	0,75	0,85	231,49	38904,35	-9362,47	-31,69
10	717,60 0,0699	38,99 0,0020	2,21	0,75	0,85	245,99	41028,31	-11486,43	-38,88

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	512811,31 zł	9290,28	85,54%	150000,00	29,25%	72562,26	82049,81	18580,56
				362811,31	70,75%			
2	490514,86 zł	8886,30	85,27%	150000,00	30,58%	68102,97	78482,38	17772,60
				340514,86	69,42%			
3	455168,59 zł	8842,27	85,24%	150000,00	32,95%	61033,72	72826,97	17684,53
				305168,59	67,05%			
4	426866,60 zł	7802,91	84,54%	150000,00	35,14%	55373,32	68298,66	15605,82
				276866,60	64,86%			
5	406027,78 zł	4545,30	82,35%	150000,00	36,94%	51205,56	64964,44	9090,59
				256027,78	63,06%			
6	388033,86 zł	4362,32	82,23%	150000,00	38,66%	47606,77	62085,42	8724,64
				238033,86	61,34%			
7	369154,44 zł	3594,50	81,73%	150000,00	40,63%	43830,89	59064,71	7188,99
				219154,44	59,37%			
8	276949,14 zł	-4936,47	75,96%	150000,00	54,16%	25389,83	44311,86	-9872,93
				126949,14	45,84%			
9	250797,00 zł	-9362,47	72,95%	150000,00	59,81%	20159,40	40127,52	-18724,94
				100797,00	40,19%			
10	242310,00 zł	-11486,43	71,26%	150000,00	61,90%	18462,00	38769,60	-22972,86
				92310,00	38,10%			

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 **150000,00 zł**

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	512811,31 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	150000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	362811,31 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	18580,56 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	9290,28 zł	tj. 31,45 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Maty z wełny mineralnej

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia wełną mineralną o grubości warstwy 20 cm ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna cegła**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnica**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia płytami styropianowymi ze względu na korzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia podłogi warstwą styropianu o grubości 10 cm ze względu na spełnienie norm izolacyjności oraz wskazania techniczne - jednakowy poziom posadzki w pomieszczeniach z ocieplaną podłogą i pomieszczeniach z instalowanym ogrzewaniem podłogowym. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

P6

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 30 cm

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

Uwagi:

Wybrano wariant ocieplenia stropu warstwą wełny mineralnej o grubości 15 cm. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

O1

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,100 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

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

Uwagi:

Wybrano wariant zapewniający większą redukcję zapotrzebowania na ciepło i spełniający normy, które będą obowiązywać od 2021 r. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

O2

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

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

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

Uwagi:

Wybrano wariant zapewniający większą redukcję zapotrzebowania na ciepło i spełniający normy, które będą obowiązywać od 2021 r. Koszt usprawnienia wg wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Źródłem ciepłej wody użytkowej będzie zasobnik zainstalowany przy pompie ciepła. W analizie kosztów uwzględniono wyłącznie system rur doprowadzających c.w.u. do miejsc poboru. Koszty oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży instalacyjnej.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

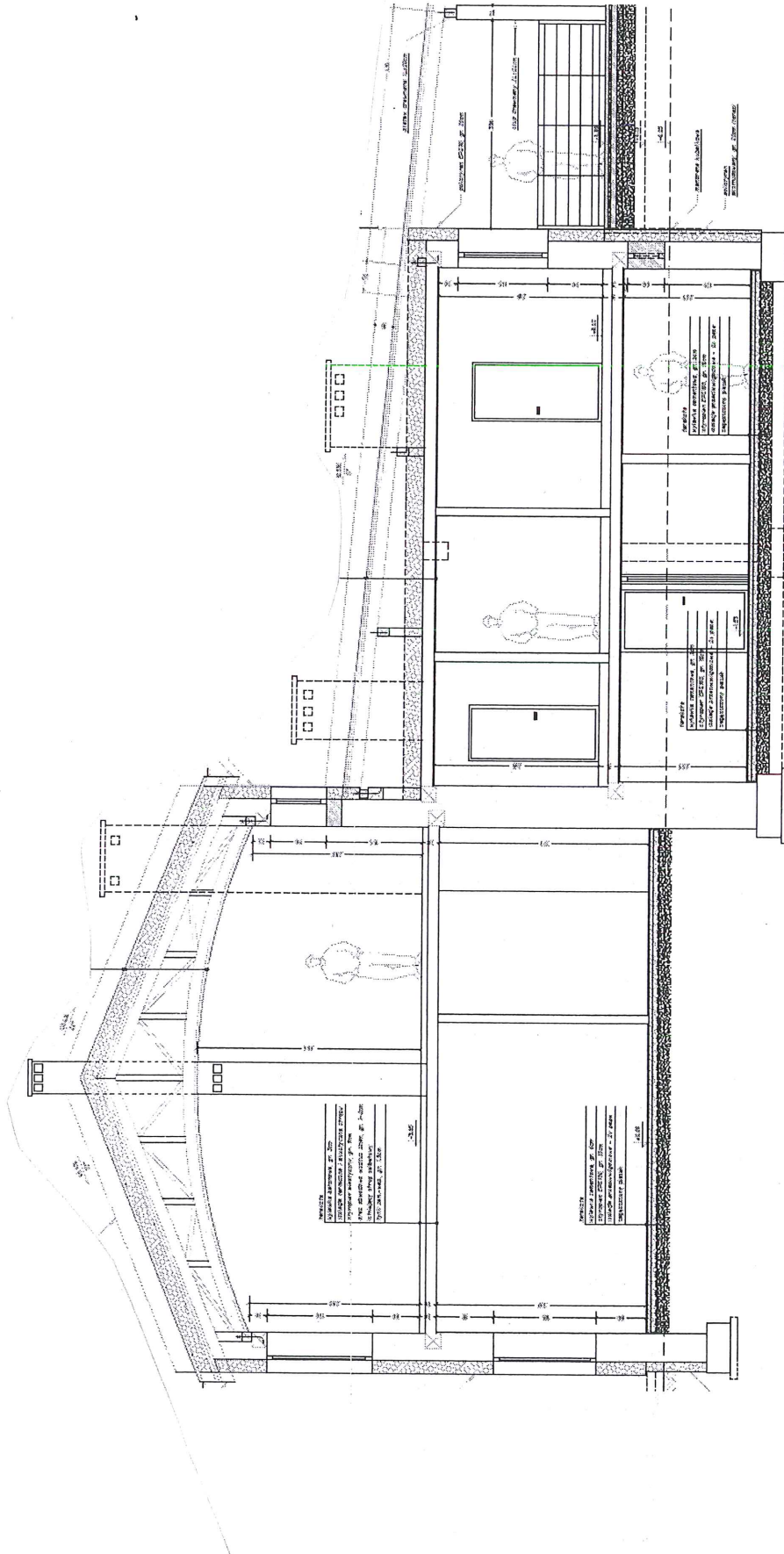
Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Analizowano wariant budowy kotłowni z nowoczesnym kotłem węglowym oraz wariant z ogrzewaniem elektrycznym z pompą ciepła. Za korzystniejszy uznano wariant z odnawialnym źródłem energii (pompa ciepła). Wartości wskaźnika SPBT związane są z różnicą kosztów 1 GJ dla paliwa węglowego i energii elektrycznej. Koszt usprawnienia przyjęto w oparciu o wstępny kosztorys inwestorski oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży instalacyjnej.

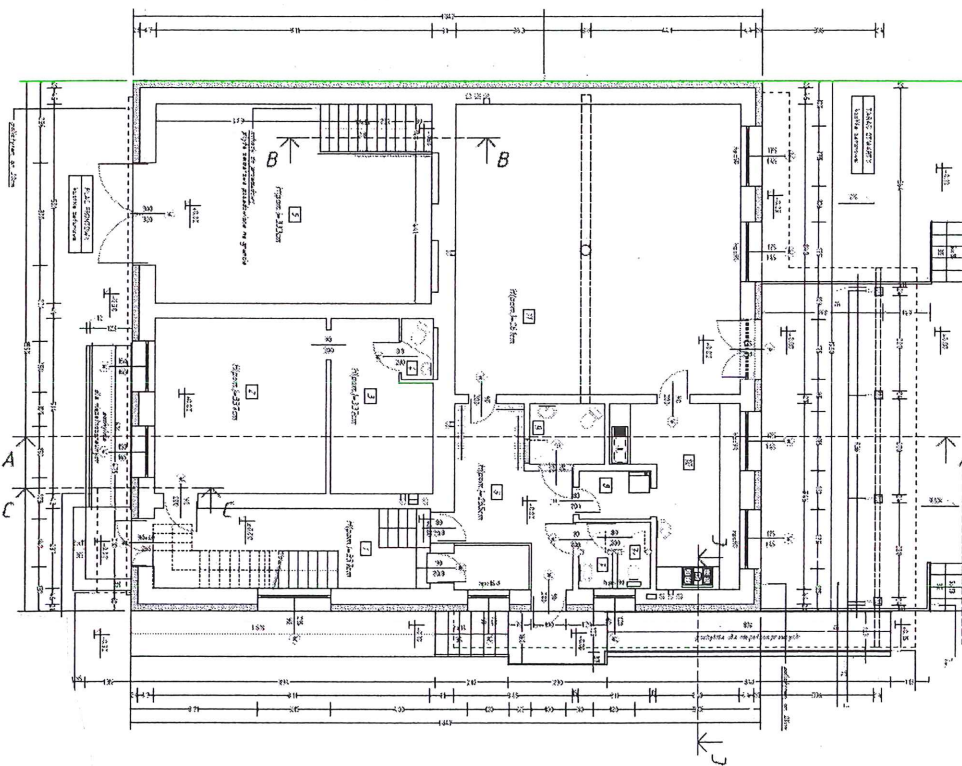
Przekrój budynku

Załącznik nr 1a



Rzut parteru

Załącznik nr 1b



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

EFEKT EKOLOGICZNY

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

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	$Q_{0co} = 823,74$	$Q_{0cwu} = 38,99$
Po ociepleniu	$Q_{1co} = 99,51$	$Q_{1cwu} = 24,49$

Ogrzewanie – stan istniejący: piecze węglowe

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

Wartość opałowa węgla (wg KOBiZE) – 26,01 MJ/kg

Obliczeniowe zużycie paliwa – stan obecny

Dane:

Q z uwzględnieniem sprawności = 823,74 GJ/rok

Paliwo: węgiel kamienny – wartość opałowa 26,01 MJ/kg

$$G = Q/e = 823,74 \text{ GJ} / 26,01 \text{ MJ/kg} = 31670 \text{ kg} = \mathbf{31,67 \text{ Mg}}$$

Emisję z procesu ogrzewania dla stanu obecnego obliczono na podstawie opracowania KOBiZE – „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5MW” Warszawa, styczeń 2015.

Podział pyłu na frakcje przyjęto zgodnie z bazą wskaźników CEIDARS, będącą załącznikiem do programu komputerowego do analizy emisji do powietrza „Operat FB”, dla spalania paliw węglowych w kotłach.

Emisję zanieczyszczeń dla energii elektrycznej obliczono w oparciu o:

- wskaźniki emisji CO₂ zgodnie z opracowaniem KOBiZE – „Wartości opalowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016”,
- wskaźniki emisji pyłu dla Elektrowni „Bełchatów” wg raportu środowiskowego PGE (z uwzględnieniem istniejącego systemu odpylania), podział frakcyjny na pył PM₁₀ i PM_{2,5} dla Elektrowni Bełchatów wg opracowania „Właściwości pyłu respirabilnego emitowanego z wybranych instalacji”, pod redakcją Jana Konieczńskiego, Zabrze 2010

- wskaźniki emisji benzo(a)pirenu dla elektrowni i elektrociepłowni zawodowych wg opracowania „Poradnik metodyczny w zakresie PRTR dla instalacji spalania paliw“

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 PM_{2,5} – 40,7%)

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

Emisja zanieczyszczeń obliczana jest według następujących wzorów:

$$E=Bw/1000$$

gdzie:

E – wielkość emisji (kg)

w – wskaźnik unosu (emisji)

B – zużycie paliwa (Mg)

Wskaźnik unosu (emisji)	Przed termomodernizacją
Pył całkowity	$w = 1\ 000 \cdot A^r$
CO ₂	$w = 1\ 850\ 000$
B-a-P	$w = 14$

s – zawartość siarki w paliwie (%) – dla węgla 0,80%

A^r – zawartość popiołu w paliwie (%) – dla węgla 20%

Stan przed termomodernizacją - paliwo węgiel		
Obliczeniowe roczne zużycie paliwa	Emisja (w kg/rok)	
31,67	Pył =	663,4
	PM ₁₀	398,04
	PM _{2,5}	165,85
	CO ₂ =	58589,5
	B-a-P =	0,443

Frakcje pyłu: PM₁₀ – 60%, PM_{2,5} – 25%.

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

Stan przed termomodernizacją: 38,99 GJ (c.w.u.)

Stan przed termomodernizacją – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.w.u.)	Emisja (w kg/rok)	
38,99 GJ	Pył =	7,018
	PM10	2,534
	PM2,5	2,856
	CO ₂ =	4349,3
	B-a-P =	0,031

Stan po termomodernizacji: 24,49 GJ (c.w.u.) + 99,51 GJ (c.o.) = 124,00 GJ

Stan po termomodernizacji – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.o. + c.w.u.)	Emisja (w kg/rok)	
124,00 GJ	Pył =	22,320
	PM10	8,058
	PM2,5	9,084
	CO ₂ =	13832,200
	B-a-P =	0,098

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

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	648,098	97,69
PM10	392,516	98,61
PM2,5	159,622	96,24
CO ₂ =	49106,6	83,81
B-a-P =	0,376	84,88

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: 948 kWh = 3,41 GJ

Emisja zanieczyszczeń związana ze zużyciem energii elektrycznej do oświetlenia budynku:

Stan obecny – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (oświetlenie)	Emisja (w kg/rok)	
3,41 GJ	Pył =	0,614
	PM10	0,222
	PM2,5	0,250
	CO ₂ =	380,386
	B-a-P =	0,003

Przewidywane zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku po termomodernizacji: 284,4 kWh = 1,023 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)	
1,023 GJ	Pył =	0,184
	PM10	0,066
	PM2,5	0,075
	CO ₂ =	114,116
	B-a-P =	0,001

Redukcja emisji zanieczyszczeń dla oświetlenia budynku:

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	0,430	70
PM10	0,156	70
PM2,5	0,175	70
CO ₂ =	266,27	70
B-a-P =	0,002	70

