

# 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 Chorzęcinie  
(Gmina Tomaszów Mazowiecki)**

<b>Adres budynku</b>	<b>Chorzęcin 73</b> kod: 97-200      poczta: Tomaszów Mazowiecki powiat: tomaszowski      województwo: łódzkie
<b>Wykonawca audytu</b>	Imię i nazwisko: <b>Bartosz Szymusik</b> Tytuł zawodowy: <b>mgr inż.</b>

Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowo - Handlowe  
**BASZ**  
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	1962
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:	Chorzęcin 73 97-200 Tomaszów Mazowiecki łódzkie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<b>PPUH BaSz Bartosz Szymusik</b> 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>B a S z</b> 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. Miejsowość: Chorzęcin		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	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1390,88	1390,88
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	463,84	463,84
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	20,00	20,00
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]	0,52	0,52
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m <sup>2</sup> ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,45	0,16
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,76	0,10
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,27; 0,35	0,27; 0,18
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,80	1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	5,00	1,30
2.2.7.	Ściany wewnętrzne	1,64	1,64
2.2.8.	Stropy wewnętrzne	0,64	0,64
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	3,250
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,910
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	0,790

<b>2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	2,600
2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,600
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,840
<b>2.5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
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 <sup>3</sup> /h]	1424,60	1400,49
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,02	1,01
<b>2.6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	76,33	34,08
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,07	2,07
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	466,38	118,79
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	575,12	26,09
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	40,79	29,88
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 <sup>2</sup> rok)]	279,30	71,14
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	344,42	15,63
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	67,49

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	117,19
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	2000,00	5707,20
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej *** [zł/m <sup>3</sup> ]	34,02	34,02
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 <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> •m-c)]	5,26	5,85
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]	551018,13	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	90,92
Planowane koszty całkowite [zł]	651018,13	Premia termomodernizacyjna [zł]	29327,62
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	14663,81		

\* 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:

100000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

600000 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	1390,88 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	1390,88 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	463,84 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m <sup>2</sup>
Współczynnik kształtu	-	0,52 m <sup>-1</sup>
Powierzchnia zabudowy budynku	-	245,82 m <sup>2</sup>
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	20,00

#### 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



**Dom Ludowy  
Chorzęcin**

#### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

##### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,45	W/(m <sup>2</sup> •K)
Dach/stropodach	1,76	W/(m <sup>2</sup> •K)
Strop piwnicy	---	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna	1,80	W/(m <sup>2</sup> •K)
Drzwi/bramy	5,00	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna połaciowe	---	W/(m <sup>2</sup> •K)
Ściany wewnętrzne	1,64	W/(m <sup>2</sup> •K)
Podłogi na gruncie	0,27; 0,35	W/(m <sup>2</sup> •K)
Stropy wewnętrzne	0,64	W/(m <sup>2</sup> •K)

#### 4.4. Taryfy i opłaty

<b>Ceny ciepła - c.o.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	27,42 zł/GJ	117,19 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	2000,00 zł/(MW•m-c)	5707,20 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	2,98 zł/m-c
<b>Ceny ciepła - c.w.u.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	146,48 zł/GJ	117,19 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
Energia elektryczna – Produkcja mieszana	0,53zł	80%	0,004 GJ/kWh	146,48zł	117,19



Energia elektryczna – System PV	0,00zł	20%	0,004 GJ/kWh	0,00zł
$\Sigma$		100%		

#### 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 bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} =$	0,770
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: 16 godzin	$w_d =$	0,790
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$			0,480
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...		
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: <b>25%</b>	
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
Prześył 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	1424,60		
Krotność wymian powietrza	1,02		

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	Ściany zewnętrzne nie spełniają aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła.
Ściana wewnętrzna	Ewentualna modernizacja przegrody nie wpływa na efektywność energetyczną budynku - możliwa realizacja w oparciu o środki własne inwestora (poza działaniami termomodernizacyjnymi).
Podłoga na gruncie	Izolacyjność podłogi będzie dostosowana do obowiązujących norm w ramach wykonania podbudowy pod planowane ogrzewanie podłogowe.
Strop wewnętrzny	Ewentualna modernizacja przegrody nie wpływa na efektywność energetyczną budynku - możliwa realizacja w oparciu o środki własne inwestora (poza działaniami termomodernizacyjnymi).
Dach	Dach budynku nie spełnia aktualnie obowiązujących norm w zakresie przenikania ciepła. Istniejąca drewniana konstrukcja dachu znajduje się w złym stanie technicznym, ściany podłużne zabezpieczone są ściągami metalowymi. Dach nie jest ocieplony. Stan ten nie pozwala na dołożenie dodatkowych obciążeń związanych z dociepleniem dachu. Biorąc powyższe pod uwagę oraz konieczność docieplenia dachu (znaczne ubytki ciepła) należy dokonać wymiany konstrukcji dachu. Ze względu na rozpiętość obciążenia typowe (śnieg, wiatr, obciążenia stałe) oraz dodatkowe obciążenia związane z ociepleniem. W celu prawidłowego montażu i zakotwienia konstrukcji dachu należy wykonać elementy żelbetowe na ścianach i stężenia. Po wykonaniu powyższych robót oraz biorąc pod uwagę fakt, że największe straty ciepła występują przez dach, znacznie poprawi się izolacyjność termiczna całego budynku.
Podłoga na gruncie do ocieplenia	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm w zakresie izolacyjności cieplnej. Ze względu na stan techniczny konieczna jest modernizacja poprawiająca izolacyjność.
Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm.
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	Przegroda nie spełnia obowiązujących norm.
System grzewczy	W budynku funkcjonuje system centralnego ogrzewania, zasilany z wyeksploatowanego kotła na paliwo stałe (węgiel). Istniejące rury zasilające i grzejniki w złym stanie technicznym. Sprawność systemu szacowana na 48%.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda użytkowa z wyeksploatowanych elektrycznych podgrzewaczy przepływowych. W związku z planowaną modernizacją źródła ciepła (instalacja pompy ciepła) pojawiła się możliwość zainstalowania w budynku sieci c.w.u., zasilanej ze zbiornika zamontowanego w układzie pompy ciepła.

## 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		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa, <math>\lambda= 0,036</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>453,94m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>453,94m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3429,26</b> 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	117,19	117,19	117,19
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2000,00	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	---	16	18	20
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,454	0,195	0,176	0,160
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,69	5,13	5,69	6,24
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	4,44	5,00	5,56
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	195,52	26,21	23,65	21,54
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0260	0,0035	0,0031	0,0029
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	2639,70	2962,97	3228,71
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	280,00	290,00	300,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	156337,62	161921,11	167504,60
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	59,23	54,65	51,88

#### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

##### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 167504,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 51,88 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

##### Informacje uzupełniające:

Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu (metoda lekka mokra). Proponowana grubość warstwy ocieplającej 20 cm zapewnia współczynnik przenikania spełniający obowiązujące normy i najkorzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie 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 Dach		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Maty z wełny mineralnej, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	237,50m <sup>2</sup>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	237,50m <sup>2</sup>	
Stopniodni: 3429,26 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,61$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Oplata za 1 GJ Oz	z/GJ	27,42	117,19	117,19	117,19
Oplata za 1 MW Om	z/(MW·m-c)	2000,00	5707,20	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament Ab	z/m-c	0,00	2,98	2,98	2,98
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	22	27	32
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,758	0,146	0,121	0,103
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,57	6,85	8,28	9,71
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	6,29	7,71	9,14
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	123,73	10,27	8,50	7,25
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0161	0,0013	0,0011	0,0009
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	z/rok	---	2449,29	2672,59	2830,19
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	z/m <sup>2</sup>	---	570,00	585,00	600,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	166511,25	170893,13	175275,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	67,98	63,94	61,93

### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 175275,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 61,93 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 32 cm

#### Informacje uzupełniające:

Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej (20 cm) oraz płytą warstwową (12 cm). Proponowana łączna grubość warstwy ocieplającej 32 cm zapewnia współczynnik przenikania spełniający obowiązujące normy i najkorzystniejszy wskaźnik SPBT. Obecna konstrukcja dachu uniemożliwia zastosowanie ocieplenia wyłącznie z wełny mineralnej, konieczne jest zamontowanie konstrukcji, na której ocieplenie mogłoby być zamocowane. Wybrano układ mieszany - płyta warstwową na odpowiednim stelażu oraz maty z wełny, zamocowane pod płytą warstwową. Ze względu na zbliżone współczynniki przenikania ciepła do obliczeń przyjęto łączną grubość przegrody zewnętrznej. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie 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 do ocieplenia		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa, <math>\lambda= 0,038</math> [W/(m·K)];</b>	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>99,94m<sup>2</sup></b>	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>99,94m<sup>2</sup></b>	
Stopniodni: <b>3429,26</b> 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	Wariant 1.3	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	27,42	117,19	117,19	117,19	117,19
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2000,00	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	---	6	8	10	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	0,352	0,226	0,202	0,183	0,167
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	2,84	4,42	4,94	5,47	6,00
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	1,58	2,11	2,63	3,16
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	10,43	6,70	5,99	5,41	4,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0014	0,0009	0,0008	0,0007	0,0007
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	-563,47	-473,23	-400,35	-340,27
Cena jednostkowa usprawnienia $K_i$	zł/m <sup>2</sup>	---	180,00	190,00	200,00	210,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	22126,72	23355,98	24585,24	25814,50
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-39,27	-49,35	-61,41	-75,86

### Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24585,24 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -61,41 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

#### Informacje uzupełniające:

Modernizacja podłogi na gruncie jest niezbędna dla osiągnięcia aktualnie obowiązującego współczynnika przenikania ciepła. Wartości wskaźnika oszczędności kosztów w wynikają z różnicy kosztów 1 GJ dla paliwa węglowego w stanie obecnym i energii elektrycznej po termomodernizacji. Optymalny wariant wybrano z uwzględnieniem uwarunkowań technicznych (jednolity poziom posadzek w pomieszczeniach z ocieplaną podłogą i pomieszczeniach, w których będzie zainstalowane ogrzewanie podłogowe). Koszt określono 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	
<b>Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'</b>	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: <b>950,58</b> m <sup>3</sup> /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: <b>53,29</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: <b>53,29</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: <b>53,29</b> m <sup>2</sup>	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ( a > 4 )	
Stopniodni: <b>3461,54</b> dzień•K/rok    θi = <b>18,79</b> °C    θe = <b>-20,00</b> °C	

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	27,42	117,19	117,19
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	2000,00	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	2,98	2,98
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	1,00	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,800	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	70,79	46,71	39,62
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0206	0,0149	0,0145
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-4093,54	-3234,88
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	350,00	400,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	22942,21	26219,66
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	10,00	10,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-5,61	-8,11

<b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2</b>
<b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b>
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 26229,66 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -8,11 lat
<b>Stolarka bardzo szczelna ( a &lt; 0,3 )</b>
<b>Modernizacja systemu wentylacji</b>
<b>U= 1,10</b>
Informacje uzupełniające:
Przewiduje się wymianę okien nie spełniających aktualnych norm. Zakłada się montaż okien o współczynniku przenikania spełniającym obowiązujące normy. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

<b>Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji</b>
<b>Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'</b>
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: <b>206,92</b> m <sup>3</sup> /h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: <b>21,53</b> m <sup>2</sup>
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: <b>21,53</b> m <sup>2</sup>
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: <b>21,53</b> m <sup>2</sup>
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ( a > 4 )
Stopniodni: <b>3150,89</b> dzień•K/rok    θi = <b>17,39</b> °C    θe = <b>-20,00</b> °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	27,42	117,19	117,19
Oplata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	2000,00	5707,20	5707,20
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	2,98	2,98
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	1,00	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	5,000	1,700	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	44,78	19,52	15,74
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0076	0,0040	0,0037
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	-1187,06	-722,38
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	1300,00	1500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	34418,48	39713,63
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	-28,99	-54,98

<b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 2</b>
<b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b>
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 39713,63 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: -54,98 lat
<b>Stolarka bardzo szczelna ( a &lt; 0,3 )</b>
<b>Modernizacja systemu wentylacji</b>
<b>U= 1,30</b>
Informacje uzupełniające:
Przewiduje się wymianę drzwi nie spełniających aktualnych norm. Zakłada się montaż drzwi o współczynniku przenikania spełniającym obowiązujące normy. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie 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 $\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	[-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	451,59	451,59
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{WU}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	1,40	1,40
Czas użytkowania $\tau$	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,96	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	1,00	0,60
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	1,00	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	40,79	29,88
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	2,07	2,07

#### 6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	146,48	117,19
Opłata 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 $\Delta O$	[zł/a]	---	2472,99
Koszt modernizacji $N_u$	[zł]	---	7995,00
SPBT	[lat]	---	3,23

#### 6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż instalacji c.w.u.	7995,00
---	---
<b>Suma:</b>	<b>7995,00</b>



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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	C.w.u. będzie rozprowadzana z zasobnikowego podgrzewacza, zasilanego z pompy ciepła.
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	C.w.u. będzie rozprowadzana izolowanymi przewodami.
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	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	117,19
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	2000,00	5707,20
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	2,98
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	466,38	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0763	
Sprawność systemu grzewczego		0,480	0,693
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	[zł/a]	---	-34408,71
Koszt modernizacji	[zł]	---	55227,00
SPBT	[lat]	---	-1,61

Wariant 2	Wariant 3
117,19	117,19
5707,20	5707,20
2,98	2,98
2,158	2,697
-2669,33	332,19
117465,00	207255,00
-44,01	623,90

#### Informacje uzupełniające:

W ramach kompleksowej termomodernizacji budynku przewiduje się modernizację źródła ciepła, polegającą na wymianie pieca c.o. na pompę ciepłą, modernizację systemu centralnego ogrzewania (wymiana sieci c.o., grzejników, montaż instalacji ogrzewania podłogowego w części pomieszczeń). W celu poprawy efektywności energetycznej budynku planuje się montaż baterii fotowoltaicznych, które wg szacunków zapewnią produkcję około 20% energii potrzebnej do ogrzewania budynku po termomodernizacji oraz - w celu zmniejszenia energochłonności budynku - wymianę starego oświetlenia na energooszczędne typu LED. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego 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 poprawiającej sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,d}$	3,250
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,910
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 $w_d$	0,790
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,d} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	2,697

\*) - 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	92988,00
Montaż paneli fotowoltaicznych	89790,00
Modernizacja instalacji c.o.	9963,00
Montaż ogrzewania podłogowego	14514,00
<b>Suma:</b>	<b>207255,00</b>

#### 6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$	Planuje się instalację monoblokowej pompy ciepła powietrze / woda ze sprężarką inwerterową płynnie regulującą wydajność. Montaż paneli fotowoltaicznych w celu zapewnienia części energii do zasilania systemu ogrzewania.
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	Planuje się wykonanie rurociągów c.o. z rur polipropylenowych w izolacji termicznej.
Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$	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 $\eta_s$	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	7995,00 zł	3,23
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60 zł	51,88
3.	Modernizacja przegrody Dach	175275,00 zł	61,93
4.	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	26229,66 zł	-8,11
5.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	39713,63 zł	-54,98
6.	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie do ocieplenia	24585,24 zł	-61,41
7.	Audyt energetyczny	2460,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00	623,90

### 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60
3	Modernizacja przegrody Dach	175275,00
4	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	26229,66
5	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	39713,63
6	Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie do ocieplenia	24585,24
7	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
8	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		651018,13

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60

3	Modernizacja przegrody Dach	175275,00
4	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	26229,66
5	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	39713,63
6	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
7	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		626432,89

<b>Wariant 3</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60
3	Modernizacja przegrody Dach	175275,00
4	Modernizacja przegrody OZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	26229,66
5	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
6	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		586719,26

<b>Wariant 4</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60
3	Modernizacja przegrody Dach	175275,00
4	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
5	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		560489,60

<b>Wariant 5</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	167504,60
3	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
4	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		385214,60

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	7995,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
3	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		217710,00

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	207255,00
2	Audyt energetyczny	2460,00
Całkowity koszt		209715,00

### 7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	W/m <sup>3</sup>	1/m
0	0,0763	466,38	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	59,21	0,52
1	0,0341	118,79	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	31,17	0,52
2	0,0342	119,37	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	31,66	0,52
3	0,0371	143,97	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	31,66	0,52
4	0,0389	155,62	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	31,67	0,52
5	0,0532	273,92	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	42,58	0,52
6	0,0763	466,38	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	59,21	0,52
7	0,0763	466,38	18,64	463,84	1390,88	1390,88	1390,88	59,21	0,52

**7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cww}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	$\Delta O$	$\% \Delta O$
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cww}$							
	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	466,38 0,0763	40,79 0,0021	0,48	0,75	0,79	616,48	23771,06	---	---
1	118,79 0,0341	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	55,95	9107,25	14663,81	61,69
2	119,37 0,0342	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	56,08	9129,02	14642,05	61,60
3	143,97 0,0371	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	61,47	9960,26	13810,80	58,10
4	155,62 0,0389	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	64,03	10383,13	13387,93	56,32
5	273,92 0,0532	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	89,99	14404,77	9366,29	39,40
6	466,38 0,0763	29,88 0,0021	2,70	0,75	0,79	132,22	20936,24	2834,82	11,93
7	466,38 0,0763	40,79 0,0021	2,70	0,75	0,79	143,13	22214,79	1556,27	6,55

### 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O$	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	651018,13 zł	14663,81	90,92%	100000,00	15,36%	110203,63	104162,90	29327,62
				551018,13	84,64%			
2	626432,89 zł	14642,05	90,90%	100000,00	15,96%	105286,58	100229,26	29284,09
				526432,89	84,04%			
3	586719,26 zł	13810,80	90,03%	100000,00	17,04%	97343,85	93875,08	27621,61
				486719,26	82,96%			
4	560489,60 zł	13387,93	89,61%	100000,00	17,84%	92097,92	89678,34	26775,86
				460489,60	82,16%			
5	385214,60 zł	9366,29	85,40%	100000,00	25,96%	57042,92	61634,34	18732,58
				285214,60	74,04%			
6	217710,00 zł	2834,82	78,55%	100000,00	45,93%	23542,00	34833,60	5669,64
				117710,00	54,07%			
7	209715,00 zł	1556,27	76,78%	100000,00	47,68%	21943,00	33554,40	3112,55
				109715,00	52,32%			

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

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: **25%**

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie **100000,00 zł**

### 7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	651018,13 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	100000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	551018,13 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	29327,62 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	14663,81 zł	tj. 61,69 %

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

### P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

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

Uwagi:

Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu (metoda lekka mokra). Proponowana grubość warstwy ocieplającej 20 cm zapewnia współczynnik przenikania spełniający obowiązujące normy i najkorzystniejszy wskaźnik SPBT. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

### P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 32 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Maty z wełny mineralnej URSA DF 35

Uwagi:

Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej (20 cm) oraz płytą warstwową (12 cm). Proponowana łączna grubość warstwy ocieplającej 32 cm zapewnia współczynnik przenikania spełniający obowiązujące normy i najkorzystniejszy wskaźnik SPBT. Obecna konstrukcja dachu uniemożliwia zastosowanie ocieplenia wyłącznie z wełny mineralnej, konieczne jest zamontowanie konstrukcji, na której ocieplenie mogłoby być zamocowane. Wybrano układ mieszany - płyta warstwową na odpowiednim stelażu oraz maty z wełny, zamocowane pod płytą warstwową. Ze względu na zbliżone współczynniki przenikania ciepła do obliczeń przyjęto łączną grubość przegrody zewnętrznej. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży budowlanej.

### P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Podłoga na gruncie do ocieplenia**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 100-038 PODŁOGA

Uwagi:

Modernizacja podłogi na gruncie jest niezbędna dla osiągnięcia aktualnie obowiązującego współczynnika przenikania ciepła. Wartości wskaźnika oszczędności kosztów w wynikają z różnicy kosztów 1 GJ dla paliwa węglowego w stanie obecnym i energii elektrycznej po termomodernizacji. Optymalny wariant wybrano z uwzględnieniem uwarunkowań technicznych (jednolity poziom posadzek w pomieszczeniach z ocieplaną podłogą i pomieszczeniach, w których będzie zainstalowane ogrzewanie podłogowe). Koszt określono 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 W/(m<sup>2</sup>·K)

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

Uwagi:

Przewiduje się wymianę okien nie spełniających aktualnych norm. Zakłada się montaż okien o współczynniku przenikania spełniającym obowiązujące normy. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie 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 W/(m<sup>2</sup>·K)

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

Uwagi:

Przewiduje się wymianę drzwi nie spełniających aktualnych norm. Zakłada się montaż drzwi o współczynniku przenikania spełniającym obowiązujące normy. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie 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.**

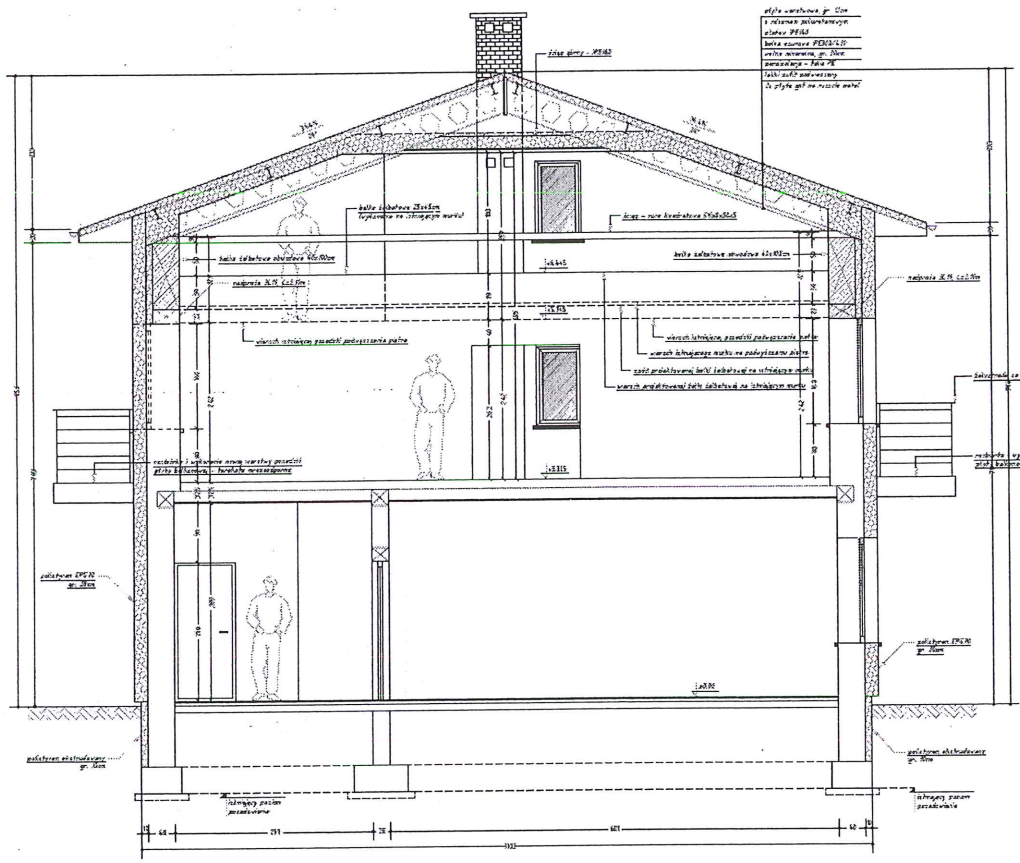
Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

W ramach kompleksowej termomodernizacji budynku przewiduje się modernizację źródła ciepła, polegającą na wymianie pieca c.o. na pompę ciepłą, modernizację systemu centralnego ogrzewania (wymiana sieci c.o., grzejników, montaż instalacji ogrzewania podłogowego w części pomieszczeń). W celu poprawy efektywności energetycznej budynku planuje się montaż baterii fotowoltaicznych, które wg szacunków zapewnią produkcję około 20% energii potrzebnej do ogrzewania budynku po termomodernizacji oraz - w celu zmniejszenia energochłonności budynku - wymianę starego oświetlenia na energooszczędne typu LED. Koszt usprawnienia oszacowano na podstawie wstępnego kosztorysu inwestorskiego oraz na podstawie analizy ofert w zakresie materiałów i robocizny firm branży instalacyjnej.

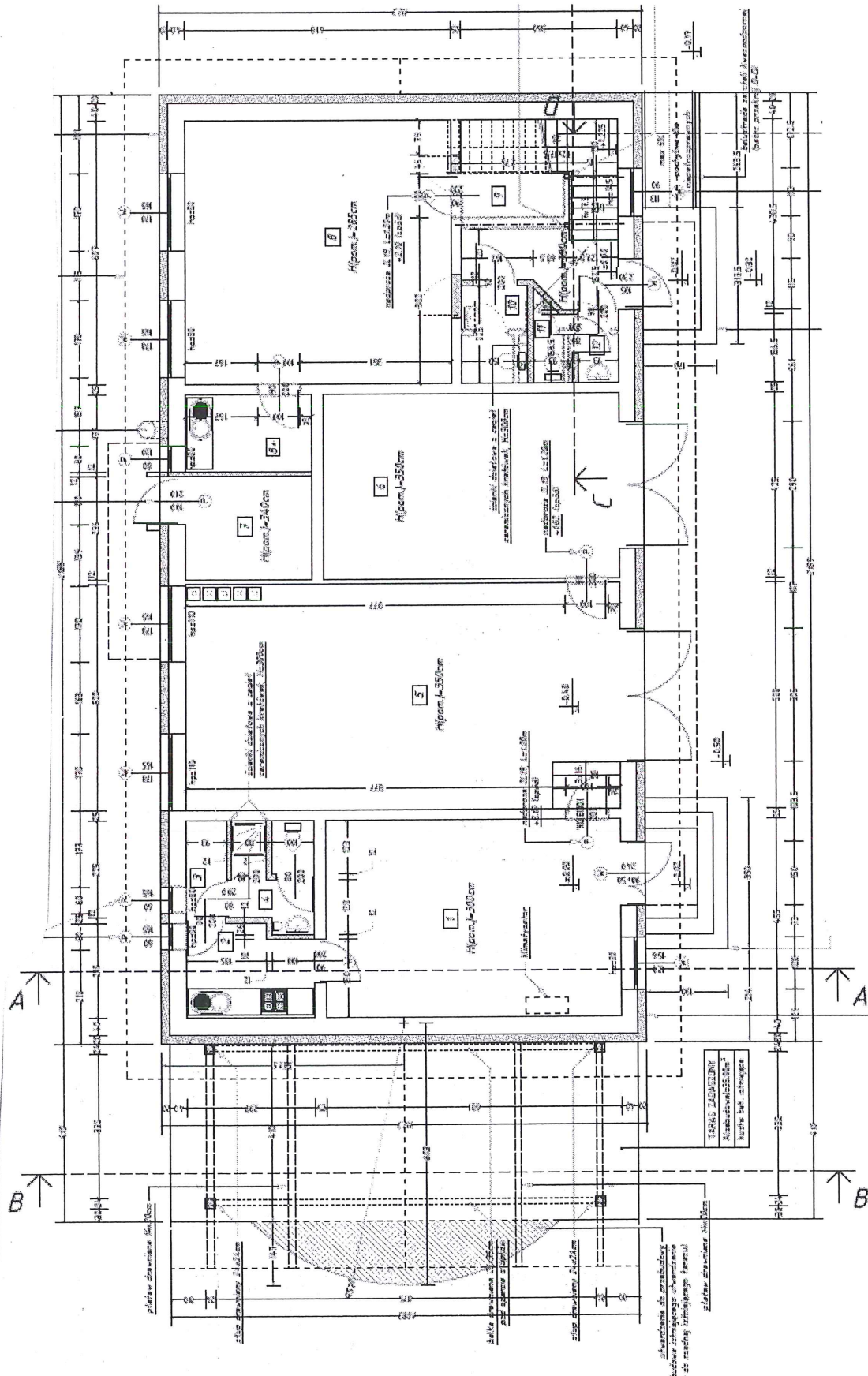


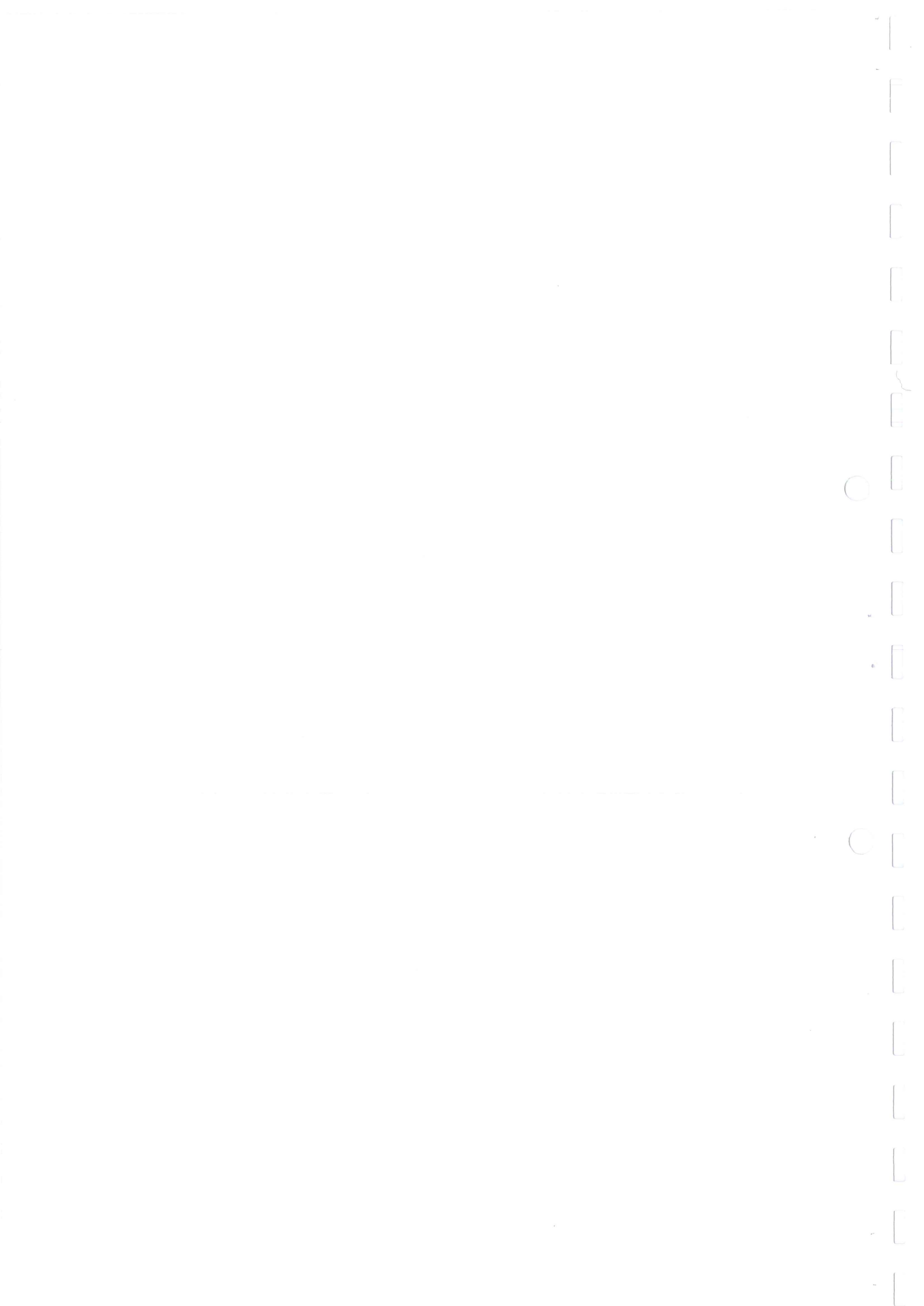




Rzut parteru

Załącznik nr 1b





# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

## EFEKT EKOLOGICZNY

Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowo - Handlowe

**BASZ**

*mgr inż. Bartosz Szymusik*

26-200 Końskie, ul. Polna 72

tel./fax (0-41) 372-49-75

NIP 656-100-14-34

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	$Q_{0co} = 575,12$	$Q_{0cwu} = 40,79$
Po ociepleniu	$Q_{1co} = 26,09$	$Q_{1cwu} = 29,88$

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 = 575,12 GJ/rok

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

$$G = Q/e = 575,12 \text{ GJ} / 26,01 \text{ MJ/kg} = 22111 \text{ kg} = \mathbf{22,11 \text{ Mg}}$$

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 CO<sub>2</sub> zgodnie z opracowaniem KOBiZE – „Wartości opalowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (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 PM2,5 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 CO<sub>2</sub> dla elektrowni zawodowych, węgiel brunatny – 110,55 kg/GJ

Emisja pyłu – 0,05 kg/MWh = 0,18 kg /GJ (frakcje: pył PM<sub>10</sub> – 36,1%; pył PM<sub>2,5</sub> – 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*A <sup>r</sup>
CO <sub>2</sub>	w = 1 850 000
B-a-P	w = 14

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

A<sup>r</sup> – zawartość popiołu w paliwie (%)– dla węgla 20%

Stan przed termomodernizacją - paliwo węgiel		
Obliczeniowe roczne zużycie paliwa	Emisja (w kg/rok)	
22,11 Mg	Pył =	<b>442,20</b>
	PM <sub>10</sub>	398,04
	PM <sub>2,5</sub>	165,85
	CO <sub>2</sub> =	<b>40903,50</b>
	B-a-P =	<b>0,310</b>

Frakcje pyłu: PM<sub>10</sub> – 60%, PM<sub>2,5</sub> – 25%.

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

Stan przed termomodernizacją: 40,79 GJ (c.w.u.)

Stan przed termomodernizacją – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.w.u)	Emisja (w kg/rok)	
40,79 GJ	Pył =	<b>7,342</b>
	PM10	2,651
	PM2,5	2,988
	CO <sub>2</sub> =	<b>4550,125</b>
	B-a-P =	<b>0,032</b>

Stan po termomodernizacji: 29,88 GJ (c.w.u.) + 26,09 GJ (c.o.) = 55,97 GJ

Stan po termomodernizacji – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (c.o. + c.w.u)	Emisja (w kg/rok)	
55,97 GJ	Pył =	<b>10,075</b>
	PM10	3,637
	PM2,5	4,100
	CO <sub>2</sub> =	<b>6243,454</b>
	B-a-P =	<b>0,044</b>

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

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	<b>439,467</b>	<b>99,38</b>
PM10	397,054	99,75
PM2,5	164,738	99,33
CO <sub>2</sub> =	<b>39210,17</b>	<b>95,86</b>
B-a-P =	<b>0,298</b>	<b>96,13</b>

## 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: 3896 kWh = 14,03 GJ

Emisja zanieczyszczeń związana ze zużyciem energii elektrycznej do oświetlenia budynku:

Stan obecny – energia elektryczna		
Obliczeniowe roczne zużycie energii (oświetlenie)	Emisja (w kg/rok)	
14,03 GJ	Pył =	<b>2,525</b>
	PM10	0,912
	PM2,5	1,028
	CO <sub>2</sub> =	<b>1565,047</b>
	B-a-P =	<b>0,011</b>

Przewidywane zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku po termomodernizacji: 1168,8 kWh = 4,21 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)	
4,21 GJ	Pył =	<b>0,758</b>
	PM10	0,274
	PM2,5	0,308
	CO <sub>2</sub> =	<b>469,626</b>
	B-a-P =	<b>0,003</b>

Redukcja emisji zanieczyszczeń dla oświetlenia budynku:

Redukcja emisji zanieczyszczeń		
	kg/rok	%
Pył =	<b>1,767</b>	<b>70</b>
PM10	0,638	<b>70</b>
PM2,5	0,720	<b>70</b>
CO <sub>2</sub> =	<b>1095,421</b>	<b>70</b>
B-a-P =	<b>0,008</b>	<b>70</b>

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100