

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek remizy strażackiej		<b>1.2 Rok budowy</b>
<b>1.3 Właściciel lub zarządca budynku</b>	Gmina Miejska Nowa Ruda Ul. Rynek 1 57-400 Nowa Ruda	<b>1.4 Adres budynku</b>	Ok. 1970 Ul. Rzeczna 6 57-400 Nowa Ruda Powiat Kłodzki Województwo Dolnośląskie
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Pracownia Projektowa „KONSTRUKTOR” ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice, biuro: ul. Broniewskiego 1B, 58-309 Wałbrzych tel./fax. (0-74) 665-96-96, 606 81-20-89 REGON: 890658291			
<b>3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
mgr inż. Piotr Rajca ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice	inżynier budownictwa – uprawnienia budowlane NBGP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	PESEL: 72061400352	Podpis:
<b>4. Współautorzy</b>			
<b>Lp.</b>	<b>4.1 Imię i nazwisko</b>	<b>4.2 Zakres udziału w audycie</b>	<b>4.3 Posiadane kwalifikacje</b>
<b>5. Miejscowość:</b> Świebodzice		<b>data wykonania:</b> lipiec 2015 r.	
<b>6. Spis treści</b>			
1. DANE OGÓLNE. ....4 1.1 Podstawa formalna ..... 4 1.2 Podstawa prawna ..... 4 1.3 Przedmiot opracowania ..... 4 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. .... 4 2.1 Opis techniczny konstrukcji i elementów budynku ..... 4 2.1. System grzewczy ..... 5 2.1.1. Charakterystyka ..... 5 2.1.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy ..... 6 2.2. System c.w.u. .... 6 2.3. System wentylacji ..... 6 3. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI. .... 7 4. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH. .... 7 4.1. Docieplenie ścian zewnętrznych ..... 7 4.2. Docieplenie stropodachu części głównej ..... 7 4.3. Docieplenie stropodachu części bocznej ..... 8 4.4. Wymiana stolarki okiennej ..... 8 4.5. Wymiana stolarki drzwiowej ..... 9 4.6. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego ..... 9 5. PODSUMOWANIE ..... 10 6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI. .... 10 7. ZAŁĄCZNIKI..... 13			

**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO WSTĘPNEGO**

<b>1. Dane ogólne</b>			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana – cegła ceramiczna/pustak Alfa	
2	Liczba kondygnacji	1	
3	Kubatura części ogrzewanej [ m <sup>3</sup> ]	1106	
4	Powierzchnia netto budynku [ m <sup>2</sup> ]	303,74	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [ m <sup>2</sup> ]	----	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [ m <sup>2</sup> ]	303,74	
7	Liczba mieszkań	1	
8	Sposób przygotowania ciepłej wody	Kotłownia na opał stały	
9	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kotłownia na opał stały	
10	Współczynnik kształtu [ 1/m ]	0,71	
11	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [ W/m<sup>2</sup>K ]</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1	Ściany zewnętrzne	1,40	0,24
2	Stropodach części głównej	1,18	0,20
3	Stropodach części bocznych	3,38	0,20
4	Okna PCV	1,65	1,65
5	Okna drewniane	4,50	1,1
6	Drzwi aluminiowe	1,80	1,80
7	Drzwi drewniane i stalowe	5,05	1,5
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego</b>			
1	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,65	0,82
2	Sprawność przesyłania $\eta_d$	0,80	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji $\eta_s$	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00	1,00
<b>4. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki	nieszczelności stolarki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	680,4	680,4
4	Liczba wymian [1/h]	0,62	0,62
<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	58,0	23,5
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	2,0	2,0
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	321,4	79,4
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	802,6	114,7
5	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	8,6	2,74
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	-
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	80,7	19,9
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	201,6	28,79
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	734,09	104,82

<b>6. Opłaty jednostkowe</b>			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	35,20	35,20
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0,00	0,00
3	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> c.w.u. [zł]	0,00	0,00
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej [zł]	7,75	1,11
6	Opłata abonamentowa c.w.u. [zł]	0,0	0,00
7	Inne [zł]	-	-
<b>7. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowane koszty całkowite [zł]		226 115,0	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		24 293,6	85,54

## 1. DANE OGÓLNE

### 1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny wstępny. Budynek remizy strażackiej OSP w Nowej Rudzie** zostało wykonane na zlecenie Gminy Miejskiej Nowa Ruda na podstawie umowy nr WI.2510.05.2015/MF.

### 1.2. PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

### 1.3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego wstępnego jest budynek remizy strażackiej OSP w Nowej Rudzie położony przy ul. Rzecznej 6.

W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) szereg przedsięwzięć termomodernizacyjnych odnoszących się do w/w budynku.

Opracowanie kończy się wyborem najbardziej optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – wariant wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie, przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

## 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany budynek został oddany do użytku ok. 1970r. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej pełnej i pustaków żużlobetonowych Alfa. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek jest 1 kondygnacyjny bez podpiwniczenia. W budynku brak jest mieszkań.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ pomiary z natury wykonane w miesiącu lipcu 2015r,
- ◆ informacje przekazane przez użytkownika i właściciela budynku.

### 2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI I ELEMENTÓW BUDYNKU

Przedmiotowy budynek jednokondygnacyjny bez podpiwniczenia, stropodach wykonany jako płaski o konstrukcji drewnianej. W części głównej stropodach docieplony płytami suprema. Pokrycie dachowe stanowi papa termozgrzewalna.

Ściany zewnętrzne wykonane są jako murowane w większości z cegły ceramicznej pełnej oraz w części z pustaków żużlobetonowych Alfa z obustronnym tynkiem. Całkowita grubość ścian 42cm.

Stropodach budynku o konstrukcji drewnianej z pokryciem z papy termozgrzewalnej na deskowaniu pełnym. W części głównej stropodach z dodatkowym ociepleniem od spodu konstrukcji z płyt suprema gr. 3cm na deskowaniu.

Dach na przybudówkach wyłącznie w postaci deskowania z pokryciem z papy.

W budynku znajdują się dwa typy stolarki okiennej:

Okna PCV (wymienione w ostatnich latach) -  $U = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

Okna drewniane stare -  $U = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Drzwi główne wejściowe nowa aluminiowe -  $U = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pozostałym drzwi i bramy drewniane i stalowe bez ocieplenia -  $U = 5,05 \text{ W/m}^2\text{K}$

W tabeli nr 1 zestawiono powierzchnie całkowite przegród zewnętrznych (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz przejęte współczynniki przenikania przegród budowlanych.

**Tabela 1. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).**

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
1	Ściana zewnętrzna	372	1,40
2	Stropodach części głównej	320	1,18
3	Stropodach części bocznych (przybudówek)	60	3,38
4	Podłoga na gruncie	303,7	1,26

## 2.2. SYSTEM GRZEWczy

### 2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z lokalnej kotłowni na paliwo stałe - węgiel. Kotłownia zlokalizowana jest w części dobudowanej do obiektu. Kotłownia wyposażona jest w kocioł na paliwo stałe – węgiel. Kotłownia bez sterowania i automatyki.

Budynek jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. i wyposażona w grzejniki żeliwne. Na grzejnikach nie są zamontowane zawory termostatyczne. Kotłownia przestarzała i kwalifikuje się do wymiany.

Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015).

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

$$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

$\eta_{H,e}' = 0,77$  (pkt 4.1.2.3, tab. 3 lp. 5a) – ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej

$X = 1,00$  (stosunek mocy grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie grzewczym) – na podstawie oględzin stwierdzono, że grzejniki usytuowane są przy ścianach zewnętrznych

$$\eta_{H,e} = 0,77 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,77$$

**Tabela 2. Składowe sprawności systemu grzewczego.**

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{Hg}$	0,65
2	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_{Hd}$	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He}$	0,77
4	Sprawność akumulacji	$\eta_{Hs}$	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	$w_t$	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	$W_d$	1,00
7	<b>Sprawność całkowita systemu</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>0,4004</b>

## 2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za energię ciepła pokazuje tabela 3.

**Tabela 3. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.**

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[ zł/GJ]	35,20
Abonament	[ zł/m-c]	0,0

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu Certo 2015 – zgodnie z Rozporządzeniem MIR z dnia 27.02.2015:

**Tabela 4. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym ze sprawnością systemu grzewczego.**

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[ GJ ]	802,6
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0580

## 2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada system zaopatrzenia w c.w.u z istniejącej kotłowni na paliwo stałe poprzez wymiennik ciepła.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 0,25 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*doba
- Czas użytkowania – 151,5 doby/rok
- Sprawność wytwarzania– 65% (kotły na paliwo stałe)
- Sprawność akumulacji – 65% (zasobnik c.w.u. wyprodukowany w latach 1995-2005)
- Sprawność transportu – 60% (podgrzewanie wody centralne bez obiegów cyrkulacyjnych)

**Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 2,0 kW**

**Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.– 2377 kWh = 8,6 GJ**

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[ zł/GJ]	35,20
Abonament	[ zł/m-c]	0,0

## 2.4. SYSTEM WENTYLACJI

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach – minimalne krotności wymian powietrza do mocy cieplnej 1,0 l/h.

Stopień szczelności obudowy budynku – średni (krotność wymiany powietrza  $n_{50}=6$ ) .

Podstawowy strumień powietrza wentylacji naturalnej do ciepła

$$- V_{ve,1,s} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

$$- V_{ve,1,n} = 0,128 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

$$- V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1106,0 / 3600 = 0,061 \text{ m}^3/\text{s}$$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego – 680,4 m<sup>3</sup>/h.

### 3. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ PRZYJĘTYCH DO OPTYMALIZACJI

W tabeli 5 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym.

**Tabela 5.** Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych w systemie BSO.
2	Docieplenie stropodachu części głównej płytami z wełny mineralnej poprzez ułożenie w przestrzeni powietrznej,
3	Docieplenie stropodachu części bocznych wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej,
4	Wymiana starej stolarki okiennej i drzwiowej na nową aluminiową/PCV,
5	Modernizacja (wymiana) całej instalacji c.o. wraz z modernizacją kotłowni – wymiana kotła na nowy na paliwo stałe z automatyką wraz ze zmianą sposobu przygotowania c.w.u. poprzez montaż elektrycznych przepływowych podgrzewaczy wody. ,

## 4. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

### 4.1. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych styropianem w systemie BSO. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu  $\lambda=0,04$ .

**Tabela 6.** Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych

grubość dociepl.	Sd	A	Q <sub>ou</sub>	Q <sub>1u</sub>	q <sub>ou</sub>	q <sub>1u</sub>	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m <sup>2</sup> K/W]	[lata]
istniejąca	3706	316,00	141,66		0,0177		-	0,714	-
10,0				31,48		0,0039	70472,4	3,214	18,17
11,0				29,21		0,0036	71119,0	3,464	17,97
12,0				27,24		0,0034	71442,2	3,714	17,74
13,0				25,52		0,0032	72088,8	3,964	17,63
14,0				24,01		0,0030	72735,3	4,214	17,56
15,0				22,66		0,0028	73705,1	4,464	17,60
16,0				21,46		0,0027	74674,9	4,714	17,65

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm.

### 4.2. DOCIEPLENIE STROPODACHU CZĘŚCI GŁÓWNEJ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu części głównej poprzez ułożenie wełny mineralnej z wykonaniem paroizolacji oraz jednoczesnym kompleksowym remontem pokrycia dachowego.

Założony współczynnik przewodności cieplnej dla granulatu z wełny  $\lambda=0,035$

**Tabela 7.** Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu głównego.

grubość dociepl.	Sd	A	Q <sub>ou</sub>	Q <sub>1u</sub>	q <sub>ou</sub>	q <sub>1u</sub>	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m <sup>2</sup> K/W]	[lata]
istniejąca	3706	320,00	120,91		0,0151		-	0,847	-
14,0				21,14		0,0026	59520,0	4,847	16,95
15,0				19,96		0,0025	60800,0	5,133	17,11
16,0				18,91		0,0024	62400,0	5,419	17,38
17,0				17,96		0,0022	64000,0	5,705	17,66
18,0				17,10		0,0021	65600,0	5,990	17,95
19,0				16,33		0,0020	67200,0	6,276	18,25

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu docieplenia stropodachu, spełniający wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego oraz warunków technicznych WT 2014 - będzie miała warstwa wełny mineralnej grubości 15 cm.

#### 4.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU CZĘŚCI BOCZNEJ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu części bocznej (dobudówek) warstwą wełny mineralnej twardej z jednoczesnym wykonaniem niezbędnego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej wraz z obróbkami blacharskimi. Założony do obliczeń współczynnik przewodności cieplnej dla wełny mineralnej twardej  $\lambda=0,038$

**Tabela 8.** Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu części bocznej.

grubość dociepl.	Sd	A	Q <sub>ou</sub>	Q <sub>1u</sub>	q <sub>ou</sub>	q <sub>1u</sub>	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m <sup>2</sup> K/W]	[lata]
istniejąca	3706	60,00	64,94		0,0081		-	0,296	-
14,0				4,83		0,0006	8520,0	3,980	4,03
15,0				4,53		0,0006	8760,0	4,243	4,12
16,0				4,26		0,0005	9000,0	4,506	4,21
17,0				4,03		0,0005	9240,0	4,770	4,31
18,0				3,82		0,0005	9480,0	5,033	4,41
19,0				3,63		0,0005	9720,0	5,296	4,50

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu docieplenia stropodachu, spełniający wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego oraz warunków technicznych WT 2014 - będzie miała warstwa wełny mineralnej twardej grubości 18 cm.

#### 4.4. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ OKIENNĄ

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki okiennej na nową wykonaną PCV  
W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,

**Tabela 9.** Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej

okno PCV	Sd	A <sub>ok</sub>	Q <sub>ou</sub>	Q <sub>1u</sub>	q <sub>ou</sub>	q <sub>1u</sub>	N	SPBT
[W/m <sup>2</sup> K]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 4,50	3706	3,50	75,86		0,0057		-	-
1,1				72,05		0,0054	2100,0	15,66
1,3				72,28		0,0054	2030,0	16,08

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej jest stolarka PCV o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$



**4.5. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ DRZWIOWĄ**

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki okiennej na nową wykonaną z aluminium oraz wrota ocieplone

W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,

**Tabela 10.** Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej

drzwi	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	N	SPBT
[W/m <sup>2</sup> K]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 5,05	3706	20,00	103,16	80,43 81,71	0,0077	0,0060 0,0061	36000,0 34000,0	- 44,99 45,02
1,5								
1,7								

Optymalnym rodzajem stolarki drzwiowej i wrót jest stolarka aluminiowa(bramy segmentowe) o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

**4.6. POPRAWA SPRAWNOŚCI CIEPLNEJ SYSTEMU GRZEWczego**

W tabeli poniżej zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na określeniu poprawy sprawności systemu grzewczego.

– Wymiana instalacji c.o. na nową z rur stalowych wraz z wymianą grzejników na konwekcyjne oraz montażem zaworów termostatycznych na grzejnikach, modernizacja kotłowni węglowej z wymiana kotła na kocioł z podajnikiem oraz automatyką (w cenie przedsięwzięcia uwzględniono również korektę ogrzewania c.w.u. po likwidacji istniejącego kotła) - 45 000,0 zł

**Tabela 11.** Poprawa sprawność systemu grzewczego.

Rodzaj	$\eta_{\omega}$	$\eta_p$	$\eta_r$	$\eta_c$	$\eta$	Qoco	qp	q1	Nco	$\Delta Q_{co}$	SPBT
usprawnienia						[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[zł/rok]	[zł]
modernizacja c.o. i kotłowni	0,82	0,96	0,88	1	0,6927	321,40	0,0058	0,0034	45000,0	11923,64	3,77

**Tabela 12.** Składowe sprawności systemu grzewczego po usprawnieniach systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{Hg}$	0,82
2	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_{Hd}$	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He}$	0,88
4	Sprawność akumulacji	$\eta_{Hs}$	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	$w_t$	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	$W_d$	1,00
7	<b>Sprawność całkowita systemu</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>0,6927</b>

## 5. POSUMOWANIE

W tabelach 13 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne oraz usprawnienia systemu grzewczego budynku.

**Tabela 13.** Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[ zł ]	[ lata ]
1.	Docieplenie stropodachu części bocznych (przybudówki) wełną mineralną twardą gr. 18 cm ( $\lambda=0,038$ ) z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.	9 480,0	4,41
2.	Wymiana starej drewnianej stolarki okiennej na nową wykonaną z PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	2 100,0	15,66
3.	Docieplenie stropodachu głównego poprzez ułożenie wełny , wykonanie paroizolacji oraz remontu dachu - wełna mineralna gr. 15 cm ( $\lambda=0,035$ ) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją.	60 800,0	17,11
4.	Docieplenie ścian zewnętrznych 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ( $\lambda=0,04$ )	72 735,0	17,56
5.	Wymiana starej stolarki drzwiowej (drewniana i stalowa- w tym bramy) na nową wykonaną z aluminium (bramy segmentowe) o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	36 000,0	44,99
6.	Wymiana instalacji c.o. na nową z rur stalowych wraz z wymianą grzejników na konwekcyjne oraz montażem zaworów termostatycznych na grzejnikach, modernizacja kotłowni węglowej z wymianą kotła na kocioł z podajnikiem oraz automatyką (w cenie przedsięwzięcia uwzględniono również korektę ogrzewania c.w.u. po likwidacji istniejącego kotła)	45 000,0	3,77

## 6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w *sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego*, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

- ♦ planowane koszty całkowite  $N$  (w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii),
- ♦ kwotę rocznych oszczędności  $\Delta O_r$  przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

$$\Delta O_{\text{rco}} = (w_{\text{to}} * w_{\text{do}} * Q_{\text{oco}} / \eta_o + Q_{\text{ocw}}) * O_{0z} - (w_{\text{tl}} * w_{\text{dl}} * Q_{\text{lco}} / \eta_1 + Q_{\text{lcw}}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{\text{om}} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{\text{lm}}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [\text{zł/rok}] \quad (15)$$

gdzie:

- $Q_{\text{oco}}$  - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją; [GJ/rok],  
 $Q_{\text{lco}}$  - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło po termomodernizacji; [GJ/rok],  
 $\eta_o, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji obliczana ze wzoru (11),  
 $w_{\text{to}}, w_{\text{tl}}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia; tu: 1,0,  
 $w_{\text{do}}, w_{\text{dl}}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia; tu obydwa 1,0  
 $q_{0m}, q_{1m}$  - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku  
 $q_{0U}, q_{1U}$  - roczne zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [MW];

- ♦ zmniejszenie (w%) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{\text{do}} w_{\text{to}} Q_{\text{oco}} / \eta_o + Q_{\text{ocw}}) - (w_{\text{dl}} w_{\text{tl}} Q_{\text{lco}} / \eta_1 + Q_{\text{lcw}})_1}{(w_{\text{do}} w_{\text{to}} Q_{\text{oco}} / \eta_o + Q_{\text{ocw}})} \times 100 [\%] \quad (16)$$

Za optymalną kombinację przedsięwzięć termomodernizacyjnych uznaje się taką kombinację, która spełnia wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 roku o *wspieraniu termomodernizacji i remontów*:

- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 10 % - gdy modernizuje się jedynie system grzewczy,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 15 % - w budynkach, w których modernizację systemu grzewczego przeprowadzono po 1984r.,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi co najmniej 25 % - dla pozostałych budynków,

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 14. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku oraz maksymalne zapotrzebowanie mocy ciepła przed termomodernizacją i po realizacji każdej z zaproponowanych kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wykonano programem Certo 2015.

**Tabela 14.** Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych (wg ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21 listopada 2008r).

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć <sup>1)</sup>	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględnieniem sprawności $\Delta Q$	Premia termomodernizacyjna	
					16% kosztów	2x rocznej oszczęd.
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5		
A	1+2+3+4+5+6	226 115,0	24 293,6	85,54	36 178,4	48 587,2
B	1+2+3+4+6	190 115,0	23 419,6	82,48	30 418,4	46 839,2
C	1+2+3+6	117 380,0	18 663,5	65,82	18 780,8	37 327,0
D	1+2+6	56 580,0	14 634,1	51,71	9 052,8	29 268,2
E	1+6	54 480,0	14 481,6	51,18	8 716,8	28 963,2
F	6	45 000,0	11 996,9	42,48	7 200,0	23 993,8

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 13 i są kwotami brutto.

2) Numerem 6 oznaczono usprawnienia systemu grzewczego

**Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 85,54% - wymagania Ustawy są spełnione.**

Z tabeli oraz wymagań ustawy wynika, że optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kombinacja oznaczona literą **A** tzn. przewidującą wykonanie:

1.	Docieplenie stropodachu części bocznych (przybudówki) wełną mineralną twardą gr. 18 cm ( $\lambda=0,038$ ) z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.
2.	Wymiana starej drewnianej stolarki okiennej na nową wykonaną z PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
3.	Docieplenie stropodachu głównego poprzez ułożenie wełny , wykonanie paroizolacji oraz remontu dachu - wełna mineralna gr. 15 cm ( $\lambda=0,035$ ) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją.
4.	Docieplenie ścian zewnętrznych 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ( $\lambda=0,04$ )
5.	Wymiana starej stolarki drzwiowej (drewniana i stalowa- w tym bramy) na nową wykonaną z aluminium (bramy segmentowe) o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
6.	Wymiana instalacji c.o. na nową z rur stalowych wraz z wymianą grzejników na konwekcyjne oraz montażem zaworów termostatycznych na grzejnikach, modernizacja kotłowni węglowej z wymianą kotła na kocioł z podajnikiem oraz automatyką (w cenie przedsięwzięcia uwzględniono również korektę ogrzewania c.w.u. po likwidacji istniejącego kotła)

---

## 7. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I      *Rysunki budowlane budynku OSP Nowa Ruda.*
- Załącznik II      *Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła oraz maksymalnego obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – **program Certo 2015***

---

**LITERATURA:**

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346).
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.