

Inwestor:

**Gmina Łodygowice , Zakład Gospodarki  
Komunalnej w Łodygowicach**  
ul. Piłsudskiego 75, 34-325 Łodygowice

Obiekt:

**Ośrodek Zdrowia w Łodygowicach**  
ul. Królowej Jadwigi 5, 34-325 Łodygowice

## **AUDYT ENERGETYCZNY**

Opracował:

mgr inż. Kazimierz Sowa  
Nr uprawn. bud. 60/82 B - B  
Audytor energetyczny świad. Nr 31/98/BAPE

dr Artur Góra

Bielsko-Biała, sierpień 2010.

## SPIS TREŚCI

<b>0. STRESZCZENIE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. CEL I PODSTAWA OPRACOWANIA.....</b>	<b>5</b>
2.1 DANE OGÓLNE: .....	6
2.2 OCENA CIEPŁOCHRONNOŚCI:.....	7
2.3 OCENA ŹRÓDŁA CIEPŁA .....	7
2.4 PRZYGOTOWANIE CWU.....	7
2.5 BILANS MOCY I ENERGII .....	8
2.6 ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ.....	9
<b>3. PRZEDSIĘWZIĘCIA .....</b>	<b>12</b>
3.1 DOCIEPLENIE ŚCIAN PONIŻEJ GRUNTU I COKOŁU .....	12
3.2 DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU .....	12
3.3 DOCIEPLENIE STROPU NAD OSTATNIĄ KONDYGNACJĄ .....	13
3.4 WYMIANA STOLARKI OKIENNEJ NA OKNA O NISKIM WSPÓŁCZYNNIKU U. ....	13
3.5 WYMIANA STOLARKI DRZWIOWEJ NA DRZWI O NISKIM WSPÓŁCZYNNIKU U. ....	13
3.6 PRZEBUDOWA KOTŁOWNI I MONTAŻ INSTALACJI SOLARNEJ.....	13
3.7 MODERNIZACJA INSTALACJI CO. ....	13
<b>4. OPTYMALIZACJA GRUBOŚCI DOCIEPLEŃ .....</b>	<b>14</b>
4.1 METODOLOGIA.....	14
4.2 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ ŚCIANY PONIŻEJ GRUNTU /DOCIEPLENIE STYROPIANEM/.....	14
4.3 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH /DOCIEPLENIE STYROPIANEM/.....	15
4.4 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ STROPU NAD OSTATNIĄ KONDYGNACJĄ /DOCIEPLENIE PŁYTAMI Z WEŁNY MINERALNEJ/.....	15
<b>5. EFEKT EKONOMICZNY .....</b>	<b>16</b>
5.1 EFEKT ENERGETYCZNY .....	16
5.2 KOSZTY OGRZEWANIA I CWU.....	17
5.3 KOSZTY PRZEDSIĘWZIĘĆ.....	18
<b>6. EFEKTY EKOLOGICZNE.....</b>	<b>18</b>
<b>7. ANALIZA EKONOMICZNA .....</b>	<b>21</b>
<b>8. METODYKA.....</b>	<b>22</b>
<b>9. ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>23</b>
ZAŁĄCZNIK NR 1 OBLICZENIA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW U OPTYMALIZOWANYCH PRZEGRÓD. STAN PRZED DOCIEPLENIEM.....	23
ZAŁĄCZNIK NR 2 OBLICZENIA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW U OPTYMALIZOWANYCH PRZEGRÓD. STAN PO DOCIEPLENIU. ....	24

## 0. Streszczenie

1. Audyt energetyczny ciepłochronności budynku Ośrodka Zdrowia w Łodygowicach został wykonany na zlecenie Zakładu Gospodarki Komunalnej w Łodygowicach.

2. Audytem energetycznym objęto:

- a/ przegrody zewnętrzne budynku,
- b/ instalację c.o.,

3. W ramach audytu analizowano:

- a/ ciepłochronność budynku,
- b/ sposób ogrzewania budynku,
- c/ optymalne grubości docieplenia,
- d/ efekty energetyczne i ekonomiczne docieplenia,
- e/ efekty ekologiczne docieplenia,
- f/ instalację zaworów termostatycznych dla c.o.,

4. Głównymi przyczynami dużego zużycia ciepła są:

- a/ niska izolacyjność ścian oraz stropu nad ostatnią kondygnacją,
- b/ stara niewymieniona stolarka okienna i drzwiowa
- b/ niskosprawna kotłownia węglowa oraz stara nieizolowana instalacja CO bez zaworów termostatycznych .

5. Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło /netto/ oraz zapotrzebowanie mocy wymagane do ogrzewania pomieszczeń:

	Jednostka	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Zmniejszenie zapotrzebowania energii
Zapotrzebowanie mocy dla CO	[kW]	158,53	84,3	46,82%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /netto/	[GJ/a]	883,41	436,67	50,57%

6. Na podstawie oględzin, obliczeń, optymalizacji i analizy wyników proponuje się realizację:

- I docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu,
- II docieplenie ścian zewnętrznych,
- III docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją,
- IV wymiana stolarki okiennej,
- V wymiana stolarki drzwiowej
- VI wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego,
- VII wymiana instalacji CO, instalacja termostaworów.

7. W wyniku przeprowadzenia wymiany okien spodziewane jest osiągnięcie następujących efektów:

Audyt energetyczny budynku Ośrodka Zdrowia w Łodygowicach.

Parametry ekonomiczne przedsięwzięcia	Wartość	Jednostka
Łączny koszt przedsięwzięć	1 146 217	PLN /brutto/
Efekty ekonomiczne oszczędności energii	51 770	PLN /rok / brutto /
Prosty czas zwrotu : Ki : DE = SPBT	<b>22,14</b>	lat

## 1. Cel i podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest:

- a/ zlecenie i umowa z Zakładem Gospodarki Komunalnej w Łodygowicach,
- b/ inwentaryzacja budowlana,
- c/ sposób użytkowania określony przez Inwestora,
- d/ aktualne i prognozowane ceny energii, podane przez Inwestora,
- e/ ustalenia z Inwestorem co do zakresu opracowania.

Celem opracowania jest:

- a/ audyt energetyczny o zakresie wymaganym przy ubieganiu się o środki z WFOŚ i GW
- b/ określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych oraz efektów ekonomicznych i ekologicznych

Zakres opracowania obejmuje:

- a/ analizę stanu obecnego
- b/ analizę wariantu pakietu termomodernizacyjnego obejmującego docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją, ścian, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, wymianę kotłowni oraz instalacji c.o.

## 2. Charakterystyka budynku

### 2.1 Dane ogólne:

Lokalizacja:	ul. Królowej Jadwigi 5, 34-325 Łodygowice
Rok budowy	1979
Konstrukcja, technologia budowy	Konstrukcja murowana
Ilość kondygnacji:	3 (podpiwniczenie, parter, I piętro)
Kubatura części ogrzewanej:	4662 m <sup>3</sup>
Powierzchnia zabudowy:	792 m <sup>2</sup>
Pow. części ogrzewanej:	1795 m <sup>2</sup>
Pow. docieplanych ścian poniżej gruntu wraz z cokołem:	500,28 m <sup>2</sup>
Pow. docieplanych ścian zewnętrznych wraz ościeżami:	1169,79 m <sup>2</sup>
Pow. docieplanego stropu nad ostatnią kondygnacją	798,08 m <sup>2</sup>
Pow. wymienianych okien:	148,3 m <sup>2</sup>
Pow. wymienianych drzwi:	40,7 m <sup>2</sup>
Sposób przygotowania CO:	kotłownia węglowa, układ otwarty
Aktualne zapotrzebowanie mocy /dla CO /:	158,53 kW
Rodzaj systemu ogrzewania budynku:	kotłownia węglowa
Sezonowe zapotrzebowanie energii przed modernizacją /netto/:	883,41 GJ
Ilość osób użytkujących budynek:	119
w tym pracownicy	16
w tym mieszkańcy	16
w tym pacjenci	87

## 2.2 Ocena ciepłochronności:

Ciepłochronność przegród.

Ściany poniżej gruntu	Cegła pełna o grubości około 38 cm U 1,47
Ściany zewnętrzne	Cegła 12 cm Bloczek PGS 24 cm plus tynk U 1,02
Stropy wewnętrzne	Stropy kanałowe ocieplone płytą pilśniową U 1,29
Strop nad ostatnią kondygnacją	Strop kanałowy warstwowy ocieplony wełną przyjęto wełnę zniszczoną tylko 2cm, pokryty papą U 0,92
Okna	Stare U 3.
Drzwi	Stare. U 3
Podłoga na gruncie	U 0,78

Ogrzewanie budynku.

Instalacja CO	Wodna 70/55 °C pracuje w układzie otwartym.
Grzejniki	Stare wymagające wymiany
Zawory termostatyczne	Brak zaworów termostatycznych
Instalacja CWU	Miejscowe pojemnościowe podgrzewacze elektryczne

## 2.3 Ocena źródła ciepła

Cały budynek zasilany jest w ciepło za pośrednictwem kotłowni węglowej wyposażonej w dwa kotły jeden o mocy 70kW opalanej groszkiem i drugiej o mocy 50kW (typ Karo) opalanej miazgą.

**Proponuje się wymianę starej kotłowni węglowej na nowoczesną gazową kondensacyjną z zamkniętą komorą spalania wyposażoną w dwa kotły jeden typ WGB70C o mocy 50kW na potrzeby CO i drugi WGB50C na potrzeby CO i CW.**

## 2.4 Przygotowanie CWU

Ciepła woda użytkowa w OZ uzyskiwana jest miejscowo za pomocą elektrycznych ogrzewaczy pojemnościowych.

**Proponuje się wykorzystanie nowej kotłowni gazowej na potrzeby CWU oraz zainstalowanie układu solarnego (4 kolektory o powierzchni około 9,2 m<sup>2</sup>) zapewniającego zaspokojenie około 35% potrzeb.**

Ciepła woda użytkowa	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Sposób przygotowania c.w.u.	przygotowanie CWU odbywa się miejscowo w podgrzewaczach elektrycznych pojemnościowych	przygotowanie CWU odbywa się centralnie z wykorzystaniem kotłowni gazowej i układu solarnego
Liczba osób korzystających z c.w.u.	119	119
Średnie zużycie na osobę [dm <sup>3</sup> ]	11	11
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. [m <sup>3</sup> /d]	1,309	1,309
Roczne zapotrzebowanie wody na c.w.u. [m <sup>3</sup> /a]	329,868	329,868
Zapotrzebowanie mocy [kW]	x	8,56
Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	68,8	68,8
Sprawność wytwarzania	100	98
Sprawność instalacji (przesyłu, regulacji, cyrkulacji, akumulacji)	80	66,24
Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	86,0	105,9
Zapotrzebowanie energii brutto po uwzględnieniu układu solarnego [GJ/a]	<b>86,0</b>	<b>68,9</b>

## 2.5 Bilans mocy i energii

Poniższa tabela zawiera obliczone wielkości dotyczące zapotrzebowania mocy dla CO oraz obliczeniowe zapotrzebowanie energii dla modernizowanego budynku przed i po wykonaniu termomodernizacji.

Tablica 2.2 Bilans mocy i energii.

	Jednostka	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Zmniejszenie zapotrzebowania energii
Zapotrzebowanie mocy dla CO	[kW]	158,53	84,3	46,82%
Zapotrzebowanie mocy dla CO w źródle ciepła	[kW]	<b>189,2</b>	<b>91,3</b>	51,76%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /netto/	[GJ/a]	883,41	436,67	50,57%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /brutto/	[GJ/a]	<b>1777,7</b>	<b>373,8</b>	78,97%
Dane pomocnicze				
sprawność wytwarzania		57%	94%	
sprawność przesyłu do zakładu :		88%	97%	
sprawność regulacji i wykorzystania		80%	98%	
współczynnik wynikający z przerw w ogrzewaniu:				
tygodniowy		0,85	0,85	
dobowy		0,95	0,9	
wsp. w. wynikowy (w t x w d : Σ η)		2,01	0,86	
współczynnik ze wzgl. na zniżanie temperatur		1,05	1,05	



## 2.6 Zestawienie pomieszczeń

Łodygowice OZ			
Nr i nazwa pomieszczenia	Temperatura	Powierzchnia	Kubatura
PIWNICA			
-1/1 Magazyn płynów	18,00	26,18	65,33
-1/2 Magazyn ampułek	16,00	4,46	11,12
-1/3 Magazyn główny	20,00	29,32	73,16
-1/4 Magazyn opatrunków	20,00	12,7	31,69
-1/5 Archiwum	16,00	4,77	11,9
-1/5 WC	20,00	1,12	2,79
-1/6 Magazyn galeny	20,00	10,67	26,63
-1/7 Pomieszczenie socjalne	20,00	4,17	10,4
-1/8 Magazyn ziół	20,00	4,21	10,49
-1/9 Biuro	20,00	6,82	17,02
-1/9 Komora przyjęć plus komunikacja	16,00	27,67	69,03
-1/10 Klatka schodowa	16,00	8,11	20,24
-1/11 Komora przyjęć	20,00	12,91	32,21
-1/12 Piwnica lokatorów	8,00	12,03	30,01
-1/13 Piwnica lokatorów	8,00	12,28	30,63
-1/14 Przedsionek	16,00	2,25	5,61
-1/15 Pomieszczenie palacza	20,00	7,56	18,85
-1/16 WC	20,00	2,41	6,01
-1/17 Klatka schodowa	16,00	11,64	29,04
-1/18 Skład opału	5,00	59,14	147,55
-1/19 Żużlownia	0,00	11,39	28,42
-1/20 Kotłownia	20,00	41,44	103,4
-1/21 Korytarz	16,00	14,08	35,14
-1/22 Hydrofornia	12,00	12,09	30,18
-1/23 Pompownia	12,00	12,18	30,39
-1/24 Piwnica lokatorów	8,00	11,79	29,43
-1/25 Piwnica lokatorów	8,00	11,64	29,05
-1/26 Suszarnia	24,00	15,66	39,07
-1/27 Magazyn OC	12,00	22,68	56,6
-1/28 Magazyn GOG	12,00	16,97	42,34
-1/29 Komunikacja	12,00	23,41	58,42
-1/30 Wentylatornia	16,00	12,64	31,55
-1/31 Magazyn GOG	12,00	19,14	47,75
-1/32 Archiwum	12,00	26,64	66,48
-1/33 Magazyn OC	12,00	32,55	81,22
PARTER			
0/1 Hall	20	70,44	183,34
0/2 Ekspozycja	20	21,62	56,29
0/3 Gabinet	20	19,56	50,92

Audyt energetyczny budynku Ośrodka Zdrowia w Łodygowicach.

0/4 Magazyn leków gotowych	20	20,23	52,66
0/5 Magazyn galenowy	20	7,88	20,5
0/6 WC i prysznic	24	4,41	11,47
0/7 Pokój personelu	20	12,81	33,34
0/8 Zmywalnia	20	8,72	22,7
0/9 Receptura	20	8,93	23,25
0/10 Korytarz	16	23,53	61,26
0/11 Pokój szkoleń	20	9,18	23,89
0/12 Klatka schodowa	16	7,84	20,4
0/13 EKG	24	8,83	22,97
0/14 Klatka schodowa	16	15,73	40,93
0/15 Komunikacja	16	4,38	11,4
0/15 Pomieszczenie socjalne	20	5,69	14,8
0/16 WC	20	6,25	16,26
0/17 WC	20	2,93	7,62
0/18 Łazienka	24	5,46	14,22
0/20 Przedpokój	20	3,94	10,25
0/21 Pokój	20	17,73	46,15
0/22 Klatka schodowa	16	14,37	37,41
0/23 Wiatrołap	8	2,24	5,92
0/24 Pokój	20	12,23	31,84
0/25 Kuchnia	20	8,74	22,76
0/26 WC	20	1,95	5,07
0/27 Łazienka	24	3,3	8,58
0/28 Przedpokój	20	7,95	20,69
0/29 Pokój	20	20,37	53,03
0/30 Pokój	20	16,12	41,96
0/31 Pokój	20	15,28	39,77
0/32 Pokój	20	17,68	46,01
0/33 Rejestracja	20	12,7	33,07
0/34 Pomieszczenie socjalne	20	4,19	10,91
0/35 Poczekalnia zdrowych dzieci	24	21,47	55,88
0/36 Rejestracja	20	13,96	36,34
0/37 WC	20	2,4	6,24
0/38 WC	20	2,55	6,65
0/39 Poczekalnia chorych dzieci	24	19,9	51,79
0/40 Pomieszczenie socjalne	20	9,02	23,48
0/41 Przedsiónek	8	3,47	9,04
0/42 Kuchnia	20	8,29	21,58
0/42 WC	20	2,02	5,26
0/43 Szatnia	20	10,22	26,6
0/44 Gabinet zabiegowy	24	12,84	33,42
0/45 Gabinet lekarski	24	19,86	51,7
0/46 Pokój szczepień	24	19,14	49,82
0/47 Pokój badań lekarskich	24	12,68	33

Audyt energetyczny budynku Ośrodka Zdrowia w Łodygowicach.

PIĘTRO			
1/1 Hall	20	70,44	190,39
1/2 Pokój badań ogólnych	24	12,84	34,71
1/3 Pokój zabiegowy	24	20,08	54,28
1/4 Gabinet lekarski	24	12,15	32,84
1/5 Poczekalnia	20	13,02	35,19
1/6 Gabinet	20	14,49	39,18
1/7 WC	20	4,07	11
1/8 Rehabilitacja	20	24,44	66,07
1/9 WC	20	3,21	8,67
1/10 Poczekalnia	20	36,13	97,67
1/11 Badania kardiologiczne	20	12,73	34,42
1/12 Klatka schodowa	16	15,73	42,51
1/12 Korytarz	16	2,2	5,95
1/13 Biuro	20	5,65	15,27
1/14 WC	20	2,82	7,63
1/14 WC	20	3,02	8,17
1/15 WC	20	2,93	7,91
1/16 Łazienka	24	3,52	9,51
1/17 WC	20	2,05	5,54
1/18 Kuchnia	20	8,99	24,29
1/19 Przedpokój	20	7,26	19,62
1/20 Pokój	20	13,09	35,37
1/21 Klatka schodowa	16	14,37	38,85
1/22 Przedpokój	20	7,95	21,48
1/23 Pokój	20	12,23	33,07
1/24 Kuchnia	20	8,74	23,64
1/25 WC	20	1,95	5,27
1/26 Łazienka	24	3,3	8,91
1/27 Pokój	20	20,37	55,07
1/28 Pokój	20	16,12	43,57
1/29 Pokój	20	15,28	41,3
1/30 Pokój	20	19,85	53,65
1/31 Pralnia	20	3,37	9,11
1/32 Pomieszczenie sprzątaczk	20	11,77	31,81
1/33 Archiwum	16	4,04	10,93
1/34 Gabinet lekarski	24	18,16	49,08
1/35 Poczekalnia	20	26,64	72,01
1/36 Pracownia	20	19,64	53,08
1/37 Pokój	20	12,81	34,61
1/38 Pokój	24	12,76	34,48
1/39 Pobieranie krwi	20	12,56	33,95
1/40 Gabinet stomatologiczny	20	19,43	52,52
1/41 Gabinet stomatologiczny	20	19,7	53,24
1/42 Komunikacja	16	9,63	26,04

### 3. Przedsięwzięcia

Ustala się następujące przedsięwzięcia:

- I docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu,
- II docieplenie ścian zewnętrznych,
- III docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją,
- IV wymiana stolarki okiennej,
- V wymiana stolarki drzwiowej
- VI wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego,
- VII wymiana instalacji CO, instalacja termostatów.

Zestawienie wymienianych powierzchni:

Lp	Wyszczególnienie przegród	Pow. m <sup>2</sup>	uwagi
1	2	3	4
1	Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu	500,28	w tym 217,51 poniżej terenu 10 cm 194,04 cokół 10cm, 88,73 cokół 5 cm
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	1169,79	w tym ościeża 236,8m <sup>2</sup> i balkon 22,15m <sup>2</sup>
3	Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją	798,08	w tym 83,58 m <sup>2</sup> daszków docieplanych styropapą
4	Wymiana stolarki okiennej	148,3	
5	Wymiana stolarki drzwiowej	40,7	

#### 3.1 Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu

Docieplenie ścian poniżej gruntu (217,51 m<sup>2</sup>) i ścian cokołu (194,04 m<sup>2</sup>) warstwą styropianu o grubości **10 cm**. Docieplenie ścian cokołu (88,73 m<sup>2</sup>) warstwą styropianu o grubości **5 cm**.

Koszt docieplenia określono przy przyjęciu ceny jednostkowej brutto odniesionej do powierzchni **500,28 m<sup>2</sup>** wynoszącej średnio **292,16 PLN/m<sup>2</sup>**.

#### 3.2 Docieplenie ścian zewnętrznych budynku

Docieplenie ścian zewnętrznych budynku o łącznej powierzchni 1169,79 m<sup>2</sup> w tym:

- **ocieplenie ścian** o powierzchni **932,99 m<sup>2</sup>** warstwą styropianu o grubości **15 cm** (w tym balkon 22,15m<sup>2</sup> grubość docieplenia 5cm);
- **ocieplenie ościeży** /szerokość 30cm/ o łącznej powierzchni **236,8 m<sup>2</sup>** wełną mineralną o grubości 3 cm.

Średni koszt 1m<sup>2</sup> docieplenia ścian (**1169,79 m<sup>2</sup>**) wraz z robotami towarzyszącymi wynosi **234,45 PLN/m<sup>2</sup>**.

### 3.3 Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją

Zakład się docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją ( 714,5m<sup>2</sup>) płytami z wełny mineralnej o grubości 20cm oraz daszków (83,58m<sup>2</sup>) styropapą o grubości 20cm. Koszt docieplenia określono przy przyjęciu ceny jednostkowej brutto odniesionej do łącznej powierzchni **798,08 m<sup>2</sup>** wynoszącej **72,87 PLN/m<sup>2</sup>**.

### 3.4 Wymiana stolarki okiennej na okna o niskim współczynniku U.

Wymiana okien dotychczas niewymienionych /**148,3 m<sup>2</sup>**/ na nowe okna o poprawionych współczynnikach U<sub>c</sub>. Jednostkowy koszt przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego na równy 892,23 PLN/m<sup>2</sup>.

### 3.5 Wymiana stolarki drzwiowej na drzwi o niskim współczynniku U.

Wymiana drzwi dotychczas niewymienionych /**40,7 m<sup>2</sup>**/ na nowe o poprawionych współczynnikach U<sub>c</sub>. Jednostkowy koszt przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego na równy 1131,33 PLN/m<sup>2</sup>.

### 3.6 Przebudowa kotłowni i montaż instalacji solarnej.

Przewiduje się wymianę starej kotłowni węglowej na nową wyposażoną w gazowe kotły kondensacyjne oraz instalacje układu solarnego wspomagającego podgrzewanie CWU. Koszt przebudowy na podstawie kosztorysu inwestorskiego wynosi **242927 PLN**.

### 3.7 Modernizacja instalacji CO.

Przewiduje się przebudowę instalacji CO (wraz z wprowadzeniem niezależnych obiegów, CWU) instalacje głowic zaworów termostatycznych wraz z regulacją nastawień na prawidłowe zgodnie z wyliczonymi stratami ciepła dla pomieszczeń.

Koszt modernizacji instalacji CO na podstawie kosztorysu inwestorskiego wynosi **246343 PLN**.

## 4. Optymalizacja grubości dociepleń

Optymalizację grubości docieplenia ścian i stropodachu przeprowadzono wg kryteriów:

a/ współczynniki k - co najmniej spełniają wymogi norm

b/ minimalny okres spłaty

c/ dodatkowe kryterium : największe korzyści w umownym okresie, który dla dociepleń przyjęto : 20 lat i stopie redyskonta  $r= 5\%$ , w obliczeniach przyjęto również prognozowany wzrost cen paliw.

### 4.1 Metodologia

Obliczenia zapotrzebowania mocy do ogrzewania i sezonowego zapotrzebowania energii przeprowadzono programem komputerowym ArCADia-TERMO PRO wg PN-EN 13790:2008. Wyniki zestawiono w załącznikach, a wyniki optymalizacji w tabelach. Grubą czcionką wyróżniono wybraną opcję.

Do obliczeń oszczędności energii cieplnej związanych z przedsięwzięciami zmniejszającymi jej zużycie oraz do określenia efektów ekonomicznych wykorzystano własny model obliczeniowy wg kryteriów podanych powyżej.

Podczas przeprowadzania obliczeń analizowano wpływ grubości wybranego materiału izolacyjnego na ciepłochronność budynku przeprowadzając obliczenia dla minimum 4-rech grubości warstw docieplenia.

Wyniki obliczeń podano w przeliczeniu na jednostkę powierzchni przegrody ( $m^2$ ).

### 4.2 Optymalizacja dociepleń ściany poniżej gruntu /docieplenie styropianem/

Układ zastany - ściany z cegły posiadają  $U_c$  wynoszące  $1,47 W/m^2K$ .

Zakłada się poprawienie termoizolacyjności ścian poniżej gruntu poprzez docieplenie ścian styropianem do warunków mokrych  $/\lambda=0.040/$  z tynkiem akrylowym. Optymalizację przeprowadzono dla styropianu o grubości 6cm, 8cm, 10cm, 12cm.

Dla obliczenia oszczędności energii dokonano obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii dla pięciu wariantów o ścianach: bez docieplenia, z dociepleniem 6cm, z dociepleniem 8 cm, z **dociepleniem 10 cm**, z dociepleniem 12 cm.

TABLICA 4.2 ANALIZA DOCIEPLENIA ŚCIAN PONIŻEJ GRUNTU.

	Stan istniejący	Wariant numer				
		W1	W2	W3	W4	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	6	8	10	12
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,467	0,518	0,411	0,341	0,291
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,68	1,93	2,43	2,93	3,43
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	GJ/m <sup>2</sup>	0,492	0,174	0,138	0,115	0,098
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok*m <sup>2</sup>	---	18,17	20,20	21,54	22,50
Cena jednostkowa usprawnienia K <sub>j</sub>	zł/m <sup>2</sup>	---	225	240	252	265
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	12,39	11,88	11,70	11,78

Dane wykorzystane w obliczeniach – cena jednostkowa energii 58 PLN/GJ.

Kryterium wybrane przy decyzji dotyczącej grubości docieplenia – prosty czas zwrotu..

### 4.3 Optymalizacja dociepleń ścian zewnętrznych /docieplenie styropianem/

Optymalizację przeprowadzono dla styropianu o grubości 9cm, 12cm, 15cm, 18cm.

Dla obliczenia oszczędności energii dokonano obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii dla pięciu wariantów o ścianach: bez docieplenia, z dociepleniem 9cm, z dociepleniem 12 cm, z **dociepleniem 15 cm**, z dociepleniem 18 cm

Układ zastany - ściany posiadają  $U_C = 1,02 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Zakłada się poprawienie termoizolacyjności ścian poprzez docieplenie ścian styropianem / $\lambda=0.040$ / z tynkiem akrylowym.

	Stan istniejący	Wariant numer				
		W1	W2	W3	W4	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	9	12	15	18
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,019	0,309	0,251	0,211	0,182
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,98	3,23	3,98	4,73	5,48
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	GJ/m <sup>2</sup>	0,439	0,133	0,108	0,091	0,079
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok*m <sup>2</sup>	---	17,42	18,86	19,83	20,54
Cena jednostkowa usprawnienia K <sub>j</sub>	zł/m <sup>2</sup>	---	140	145	150	155
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	8,04	7,69	7,56	7,54

Dane wykorzystane w obliczeniach – cena jednostkowa energii 58 PLN/GJ.

Kryterium wybrane przy decyzji dotyczącej grubości docieplenia – wymagana wartość oporu cieplnego.

### 4.4 Optymalizacja dociepleń stropu nad ostatnią kondygnacją /docieplenie płytami z wełny mineralnej/

**Strop nad ostatnią kondygnacją** - układ zastany – strop kanałowy, doocieplony (ze względu

na stan izolacji przyjęto 2 cm wełny mineralnej), dach kryty papą na deskach  $U=0,92$ . Zakłada się poprawienie termoizolacyjności poprzez docieplenie stropu płytami z wełny mineralnej o grubości 20cm  $/\lambda=0.040/$ .

Optymalizację przeprowadzono dla warstwy materiału docieplającego o grubości 10cm, 15cm, 20cm, 25cm.

Dla obliczenia oszczędności energii dokonano obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii dla pięciu wariantów: bez docieplenia, z dociepleniem 10 cm, z dociepleniem 15 cm, z **dociepleniem 20 cm**, z dociepleniem 25 cm.

	Stan istniejący	Wariant numer				
		W1	W2	W3	W4	
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	10	15	20	25
Współczynnik przenikania ciepła U	$W/(m^2K)$	0,924	0,279	0,207	0,164	0,136
Opór cieplny R	$(m^2K)/W$	1,08	3,58	4,83	6,08	7,33
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	$GJ/m^2$	0,310	0,094	0,070	0,055	0,046
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	$zł/rok \cdot m^2$	---	12,34	13,72	14,53	15,07
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	$zł/m^2$	---	61	64	67	70
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,94	4,67	4,61	4,65

Dane wykorzystane w obliczeniach – cena jednostkowa energii 58 PLN/GJ.  
Kryterium wybrane przy decyzji dotyczącej grubości docieplenia – prosty czas zwrotu.

## 5. Efekt ekonomiczny

### 5.1 Efekt energetyczny

Efekt ekonomiczny określony jest jako różnica kosztów ogrzewania, podgrzewu powietrza wentylacyjnego i przygotowania cwu przed termomodernizacją i po termomodernizacji w skrócie „przed” i „po”. Na efekt składa się zmniejszenie zużycia energii poprzez docieplenie ścian i stropu nad ostatnią kondygnacją, wymianę okien, i drzwi oraz wymianę kotłowni modernizację instalacji CWU i CO.

<b>Roczne zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /brutto/ :</b>	
przed termomodernizacją	po termomodernizacji
<b>1777,7 GJ/a</b>	<b>373,8 GJ/a</b>
<b>Roczne zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CWU /brutto/</b>	
przed termomodernizacją	po termomodernizacji
<b>86 GJ/a</b>	<b>68,9 GJ/a</b>



## 5.2 Koszty ogrzewania i CWU

Na koszty ogrzewania i przygotowania CWU składa się koszt zakupu paliwa, koszt obsługi kotłowni, koszty usuwania produktów spalania.

TABLICA 5.2 KOSZTY OGRZEWANIA i CWU.

	Jenostka	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Koszt energii elektrycznej na potrzeby CWU	PLN	11610	0
Wartość opałowa gazu	MJ/m <sup>3</sup>	-	34,5
Ilość spalanego gazu	m <sup>3</sup> /a	-	12831,9
Koszt jednostkowy spalanego gazu	PLN/m <sup>3</sup>	-	2
Koszt spalanego gazu	PLN	-	25663,8
Wartość opałowa węgla	MJ/kg	21	-
Ilość spalanego węgla	t/a	84,7	-
Koszt jednostkowy spalanego węgla	PLN/t	650	-
Koszt spalanego węgla	PLN	55024,0	-
Ilość energii na potrzeby CO	[GJ/a]	1777,7	373,8
Ilość energii na potrzeby CWU	[GJ/a]	86,0	68,9
Koszt obsługi	[PLN]	12000	1200
<b>RAZEM - koszt ogrzewania i CWU</b>		<b>78634</b>	<b>26864</b>
<b>EFEKT EKONOMICZNY</b>			
<b>OGRZEWANIE i CWU</b>			<b>51770</b>

### 5.3 Koszty przedsięwzięć

ZESTAWIENIE KOSZTÓW TERMOMODERNIZACJI Tablica 5.3

Określenie przegrody	Pow. [m <sup>2</sup> ]	Cena jedn. [PLN/m <sup>2</sup> ]	Koszt brutto [PLN]	Oszczędność energii [GJ/a]	Spodziewane oszczędności [PLN/a]	czas zwrotu [lata]	Lp Wg SPBT
1	2	3	4	5	6	7	8
I Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu	500,28	292,16	146162	188,61	10939,12	<b>13,36</b>	5
II Docieplenie ścian zewnętrznych	1169,79	234,45	274261	407,09	23611,04	<b>11,62</b>	4
III Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją	798,08	72,87	58160	606,54	35179,37	<b>1,65</b>	1
IV Wymiana stolarki okiennej	148,30	892,23	132318	81,66	4736,421	<b>27,94</b>	6
V Wymiana stolarki drzwiowej	40,70	1131,33	46045	10,16	589,2421	<b>78,14</b>	7
VI Wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego	1,00	242928,00	242928	256,20	14859,6	<b>16,35</b>	3
VII Wymiana instalacji CO	1,00	246343,00	246343	138,20	8015,6	<b>30,73</b>	2
Koszt ogółem /brutto/		-	<b>1146217</b>				

Koszt GJ

58

## 6. Efekty ekologiczne

Wynikają z różnic pomiędzy ilością i rodzajem spalonego paliwa przed i po zrealizowaniu przedsięwzięć przy zapewnieniu takich samych warunkach termicznych w obiekcie.

Zmniejszenie emisji substancji szkodliwych do atmosfery w ciągu roku przedstawia poniższa tabela 6.1. Wskaźniki - CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz pyłu - wykorzystane w opracowaniu dotyczące efektu ekologicznego na podstawie dokumentu „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających środowisko wprowadzanych do środowiska w procesie energetycznego spalania paliw” MOŚZNIŁ, Warszawa, Kwiecień 1996.





## 7. Analiza ekonomiczna

Analiza przeprowadzono dla następującego pakietu przedsięwzięć:

- I docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu,
- II docieplenie ścian zewnętrznych,
- III docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją,
- IV wymiana stolarki okiennej,
- V wymiana stolarki drzwiowej
- VI wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego,
- VII wymiana instalacji CO, instalacja termozaworów.

TABLICA 7 ANALIZA EKONOMICZNA.

	Wielkość	Wartość	Jednostka
Koszt przedsięwzięć- Ki /brutto/:		1146217	PLN
Zapotrzebowanie energii dla CO i CWU przed modernizacją /brutto/:		1863,70	GJ/a
Zapotrzebowanie energii dla CO i CWU po modernizacji /brutto/:		442,70	GJ/a
Roczne oszczędności energii dQ:		<b>1421,00</b>	GJ/a
Efekt ekonomiczny DE z uwzględnieniem CWU /brutto/:		<b>51770</b>	PLN/a
Prosty czas zwrotu SPBT:Ki : DE		<b>22,14</b>	lat
<b>Korzyści w ciągu 20 lat eksploatacji przy 5% stopie dyskontowej NPV</b>		<b>-501059</b>	<b>PLN</b>
<b>Korzyści w ciągu 20 lat eksploatacji przy 5% stopie dyskontowej NPV oraz założeniu rocznej stopy wzrostu cen energii na poziomie 5%</b>		<b>-110817</b>	<b>PLN</b>

## 8. Metodyka

Na potrzebę powyższego audytu budynku Ośrodka Zdrowia w Łodygowicach przeanalizowano pakiet przedsięwzięć:

- I docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu,
- II docieplenie ścian zewnętrznych,
- III docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją,
- IV wymiana stolarki okiennej,
- V wymiana stolarki drzwiowej
- VI wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego,
- VII wymiana instalacji CO, instalacja termostatów.

Dla odpowiedniego porównania przyjęto jednakowe warunki (tzn. tę samą temperaturę wewnętrzną i tę samą krotność wymian powietrza wentylacyjnego) w pomieszczeniach przed i po modernizacji.

Obliczenia zapotrzebowania mocy do ogrzewania i sezonowego zapotrzebowania energii przeprowadzono programem komputerowym ArCADia-TERMO PRO wg PN-EN 13790:2008.

**Efekt ekonomiczny** został określony jako różnica kosztów ogrzewania dla stanu, przed termomodernizacją i po wykonaniu przedsięwzięć.

**Efekt ekologiczny** został określony podobnie, a więc jako różnica pomiędzy stanem przed i po termomodernizacji w rozdziale nr 6.

Koszty inwestycji dla przedsięwzięć zawarte są w rozdziałach 4 i 5.

Parametry przedsięwzięć przedstawiają tabele w rozdziałach 4, 5 i 7.

Opracował: Kazimierz Sowa

Bielsko-Biała: sierpień 2010r

## 9. Załączniki

### Załącznik nr 1 Obliczenia wartości współczynników U optymalizowanych przegród. Stan przed dociepleniem.

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	$d$	$\lambda$	$R$	$U_c$	
		m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	
<b>Ściana na gruncie, przegroda jednorodna</b>						
1	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,380	0,780	0,487	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,41</b>	-	<b>0,69</b>	<b>1,46</b>
<b>Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna</b>						
2	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,120	0,780	0,154	-
	3	Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 800	0,240	0,380	0,632	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,39</b>	-	<b>0,99</b>	<b>1,01</b>	
<b>Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna</b>						
3	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(strumień ciepła w górę)			0,1	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	4	Strop DZ-3 gr. 24 cm	0,240	0,920	0,261	-
	5	Płyta pilśniowa twarda	0,048	0,180	0,267	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	0,030	-
	62	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(strumień ciepła w górę)			0,1	-
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,33</b>	-	<b>0,77</b>	<b>1,29</b>	

**Załącznik nr 2 Obliczenia wartości współczynników U optymalizowanych przegród. Stan po dociepleniu.**

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	$d$	$\lambda$	$R$	$U_c$	
		m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K	
1	<b>Ściana na gruncie, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	2	Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA	0,100	0,040	2,500	-
	3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,380	0,770	0,494	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,50</b>	-	<b>3,18</b>	<b>0,31</b>
2	<b>Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna</b>					
	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	2	Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA	0,150	0,040	3,750	-
	4	Cegła pełna zwykła	0,120	0,780	0,154	-
	5	Mur z Siporex na zaprawie cementowo-wapiennej 800	0,240	0,380	0,632	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,015	1,000	0,015	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,54</b>	-	<b>4,74</b>	<b>0,21</b>	
3	<b>Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna</b>					
	63	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,1	-
	8	Papa podwójnie bez posypania żwirkiem	0,030	0,180	0,167	-
	9	PAROC ROS 50	0,200	0,040	5,000	-
	6	Strop DZ-3 gr. 24 cm	0,240	0,920	0,261	-
	10	Tynk cementowo-piaskowy	0,015	1,000	0,015	-
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,04	-
<b>Grubość całkowita i <math>U_k</math></b>		<b>0,49</b>	-	<b>5,58</b>	<b>0,18</b>	