

Inwestor:

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

Obiekt:

Ośrodek Zdrowia w Pietrzykowicach
ul. Jana Pawła II 100, 34-326 Pietrzykowice

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

0. STRESZCZENIE	3
1. CEL I PODSTAWA OPRACOWANIA.....	5
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
3. PRZEDSIĘWZIĘCIA	11
3.1 DOCIEPLENIE ŚCIAN PONIŻEJ GRUNTU I COKOŁU	11
3.2 DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU	11
3.3 DOCIEPLENIE STROPU NAD OSTATNIĄ KONDYGNACJĄ I ŚCIAN WEWNĘTRZNYCH STRYSZKU.....	12
3.4 WYMIANA STOLARKI OKIENNEJ NA OKNA O NISKIM WSPÓŁCZYNNIKU U.	12
3.5 WYMIANA STOLARKI DRZWIOWEJ NA DRZWI O NISKIM WSPÓŁCZYNNIKU U.....	12
3.6 PRZEBUDOWA KOTŁOWNI I MONTAŻ INSTALACJI SOLARNEJ.....	12
3.7 MODERNIZACJA INSTALACJI CO.	12
4. OPTYMALIZACJA GRUBOŚCI DOCIEPLEŃ	13
4.1 METODOLOGIA.....	13
4.2 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ ŚCIANY PONIŻEJ GRUNTU /DOCIEPLENIE STYROPIANEM/.....	13
4.3 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH /DOCIEPLENIE STYROPIANEM/.....	14
4.4 OPTYMALIZACJA DOCIEPLEŃ STROPU NAD OSTATNIĄ KONDYGNACJĄ /DOCIEPLENIE PŁYTAMI Z WEŁNY MINERALNEJ/.....	14
5. EFEKT EKONOMICZNY	15
5.1 EFEKT ENERGETYCZNY	15
5.2 KOSZTY OGRZEWANIA I CWU.....	16
5.3 KOSZTY PRZEDSIĘWZIĘĆ.....	16
6. EFEKTY EKOLOGICZNE.....	17
7. ANALIZA EKONOMICZNA	19
8. METODYKA.....	20
9. ZAŁĄCZNIKI	21
ZAŁĄCZNIK NR 1 OBLICZENIA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW U OPTYMALIZOWANYCH PRZEGRÓD. STAN PRZED DOCIEPLENIEM.....	21
ZAŁĄCZNIK NR 2 OBLICZENIA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW U OPTYMALIZOWANYCH PRZEGRÓD. STAN PO DOCIEPLENIU.	21

0. Streszczenie

1. Audyt energetyczny ciepłochronności budynku Ośrodka Zdrowia w Pietrzykowicach 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]	72,39	31,12	57,01%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /netto/	[GJ/a]	427,84	142,14	66,78%

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 termozaworów.

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

Audyty energetyczny budynku Ośrodka Zdrowia w Pietrzykowicach.

Parametry ekonomiczne przedsięwzięcia	Wartość	Jednostka
Łączny koszt przedsięwzięć	454 481	PLN /brutto/
Efekty ekonomiczne oszczędności energii	31 386	PLN /rok / brutto /
Prosty czas zwrotu : $K_i : DE = SPBT$	14,48	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. Jana Pawła II 100, 34-326 Pietrzykowice
Rok budowy	Ok. 1979
Konstrukcja, technologia budowy	Konstrukcja murowana
Ilość kondygnacji:	4 (podpiwniczenie, parter, I piętro, poddasze)
Kubatura części ogrzewanej:	1582 m ³
Powierzchnia zabudowy:	297 m ²
Pow. części ogrzewanej:	631 m ²
Pow. docieplanych ścian poniżej gruntu wraz z coko- łem:	211,16 m ²
Pow. docieplanych ścian zewnętrznych wraz ościeża- mi:	499,18 m ²
Pow. docieplanego stropu nad ostatnią kondygnacją	355,67 m ²
Pow. wymienianych okien:	45,32 m ²
Pow. wymienianych drzwi:	17,65 m ²
Sposób przygotowania CO:	kotłownia węglowa, układ otwarty
Aktualne zapotrzebowanie mocy /dla CO /:	72,39 kW
Rodzaj systemu ogrzewania budynku:	kotłownia węglowa
Sezonowe zapotrzebowanie energii przed moderniza- cją /netto/:	427,84 GJ
Ilość osób użytkujących budynek:	82
w tym pracownicy	10
w tym pacjenci	72

2.2 Ocena ciepłochronności:

Ciepłochronność przegród.

Ściany poniżej gruntu	Cegła pełna o grubości około 42 cm U 1,42
Ściany zewnętrzne	Cegła pełna o grubości około 42 cm U 1,42
Ściany zewnętrzne poddasza	Cegła pełna o grubości około 30 cm U 1,82
Ściany wewnętrzne poddasza	Cegła pełna o grubości około 30 cm U 1,82
Stropy wewnętrzne	Stropy betonowe
Strop nad ostatnią kondygnacją	Strop betonowy, warstwa powietrza, deski, blacha U 1,44
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 podgrzewacze elektryczne

2.3 Ocena źródła ciepła

Cały budynek zasilany jest w ciepło za pośrednictwem kotłowni węglowej opalanej groszkiem.

Proponuje się wymianę starej kotłowni węglowej na nowoczesną gazową kondensacyjną z zamkniętą komorą spalania typ WGB50 o mocy 50kW dla CO i CW.

2.4 Przygotowanie CWU

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

Proponuje się wykorzystanie nowej kotłowni gazowej na potrzeby CWU oraz zainstalowanie solarnego 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.	82	82
Średnie zużycie na osobę [dm ³]	3	3
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. [m ³ /d]	0,246	0,246
Roczne zapotrzebowanie wody na c.w.u. [m ³ /a]	61,992	61,992
Zapotrzebowanie mocy [kW]	x	1,61
Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	12,9	12,9
Sprawność wytwarzania	100	98
Sprawność instalacji (przesyłu, regulacji, cyrkulacji, akumulacji)	100	66,24
Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	12,9	19,9
Zapotrzebowanie energii brutto po uwzględnieniu układu solarnego [GJ/a]	12,9	12,9

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.

Zapotrzebowanie mocy dla CO w źródle ciepła	[kW]	86,4	33,7	61,00%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /netto/	[GJ/a]	427,84	142,14	66,78%
Zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /brutto/	[GJ/a]	860,9	121,7	85,87%

Dane pomocnicze

sprawność wytwarzania	57%	94%
sprawność przesyłu :	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. wynikowy (wt x wd :Σ η)	2,01	0,86
współczynnik ze wzgl. na zaniżanie temperatur	1,05	1,05

2.6 Zestawienie pomieszczeń

OZ w Pietrzykowicach			
Nr i nazwa pomieszczenia	Temperatura	Powierzchnia	Kubatura
PIWNICA			
-1/1 Korytarz	16,00	12,47	28
-1/2 Pomieszczenie sprzątaczek	12,00	26,82	60,21
-1/3 Korytarz	16,00	19,09	42,86
-1/4 Archiwum	12,00	10,5	23,56
-1/5 Garaż	8,00	14,78	33,18
-1/6 Piwnica	8,00	2,75	6,17
-1/7 Klatka schodowa	16,00	8,13	18,25
-1/8 Wózkownia	16,00	8,42	18,89
-1/9 Piwnica	8,00	11,03	24,77
-1/10 Piwnica	8,00	5,23	11,74
-1/11 Kotłownia	20,00	27,85	62,52
-1/12 Skład opału	5,00	17,12	38,43
-1/13 Garaż	8,00	37,73	84,71
-1/14 Komórka	no		
-1/15 Komórka	no		
PARTER			
0/1 Wiatrołap	8	3,35	9,23
0/2 Korytarz	16	16,24	44,71
0/3 Poczekalnia	20	26,82	73,84
0/4 Pomieszczenie socjalne	20	6,74	18,54
0/5 WC	20	3,45	9,49
0/6 Poczekalnia	20	8,8	24,23
0/7 Punkt szczepień	24	5,54	15,24
0/8 Klatka schodowa	16	11,53	31,73
0/9 Gabinet lekarski	24	16,52	45,47
0/10 Korytarz	16	1,01	2,78
0/11 WC	20	0,92	2,52
0/12 Korytarz	16	1,02	2,79
0/13 Wiatrołap	8	2,47	6,79
0/14 Korytarz	16	14	38,54
0/15 WC	20	1,64	4,51
0/16 Korytarz	16	1,77	4,88
0/17 Gabinet lekarski	24	8,43	23,22
0/18 Gabinet dentystyczny	20	14,58	40,13
0/19 Gabinet lekarski	24	17,12	47,13
0/20 Pokój socjalny	20	16,92	46,57
0/21 Gabinet zabiegowy	24	15,85	43,65

Audyt energetyczny budynku Ośrodka Zdrowia w Pietrzykowicach.

0/22 EKG	24	2,9	8
PIĘTRO			
1/1 Biuro	20	10,71	27,35
1/2 Korytarz	16	14,24	36,36
1/3 Sala zajęć	20	25,17	64,27
1/4 Łazienka	24	7,04	17,97
1/5 Korytarz	16	1,66	4,24
1/6 WC	20	1,44	3,68
1/7 Sala komputerowa	20	15,11	38,58
1/8 Klatka schodowa	16	11,78	30,09
1/9 Pokój	20	17,6	44,93
1/10 Łazienka	24	5,3	13,54
1/11 Kuchnia	20	12,78	32,63
1/12 Korytarz	16	5,7	14,56
1/13 Korytarz	16	4,16	10,63
1/14 Pokój	20	20,25	51,71
1/15 Pokój	20	12,21	31,18
1/16 Sala młodzieżowa	20	32,59	83,2
PODDASZE			
2/1 Klatka schodowa	16	8,33	20,02
2/2 Magazynek	8	16,01	38,47

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 ²	uwagi
1	2	3	4
1	Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu	211,16	w tym 46,95 poniżej terenu 10 cm 118,51 cokół 10cm, 45,7 cokół 5 cm
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	499,18	w tym ościeża 81,14m ² i balkon 6m ²
3	Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją	335,67	w tym 50 m ² ściany wewnętrzne poddasza
4	Wymiana stolarki okiennej	45,32	
5	Wymiana stolarki drzwiowej	17,65	

3.1 Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu

Docieplenie ścian poniżej gruntu (46,95 m²) i ścian cokołu (118,51 m²) warstwą styropianu o grubości **10 cm**. Docieplenie ścian cokołu (45,7 m²) warstwą styropianu o grubości **5 cm**. Koszt docieplenia określono przy przyjęciu ceny jednostkowej brutto odniesionej do powierzchni **211,16 m²** wynoszącej średnio **271,49 PLN/m²**.

3.2 Docieplenie ścian zewnętrznych budynku

Docieplenie ścian zewnętrznych budynku o łącznej powierzchni 499,18 m² w tym:

- **ocieplenie ścian** o powierzchni **418,04 m²** warstwą styropianu o grubości **15 cm** (w tym balkon 6m² grubość docieplenia 5cm);
- **ocieplenie ościeży** /szerokość 30cm/ o łącznej powierzchni **81,14 m²** wełną mineralną o grubości 3 cm.

Średni koszt 1m² docieplenia ścian (**499,18 m²**) wraz z robotami towarzyszącymi wynosi **246,64 PLN/m²**.

3.3 Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją i ścian wewnętrznych stryżku

Zakład się docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją płytami z wełny mineralnej o grubości 20cm oraz izolacje ścian wewnętrznych matami z wełny o grubości od 14 do 20cm. Koszt docieplenia określono przy przyjęciu ceny jednostkowej brutto odniesionej do łącznej powierzchni **335,67 m²** wynoszącej **66,73 PLN/m²**.

3.4 Wymiana stolarki okiennej na okna o niskim współczynniku U.

Wymiana okien dotychczas niewymienionych /**45,32 m²**/ na nowe okna o poprawionych współczynnikach U_c. Jednostkowy koszt przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego na równy 700,06 PLN/m².

3.5 Wymiana stolarki drzwiowej na drzwi o niskim współczynniku U.

Wymiana drzwi dotychczas niewymienionych /**17,65 m²**/ na nowe o poprawionych współczynnikach U_c. Jednostkowy koszt przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego na równy 1090,72 PLN/m².

3.6 Przebudowa kotłowni i montaż instalacji solarnej.

Przewiduje się wymianę starej kotłowni węglowej na nową wyposażoną w gazowy kocioł kondensacyjny oraz instalacje układu solarnego wspomagającego podgrzewanie CWU. Koszt przebudowy na podstawie kosztorysu inwestorskiego wynosi **90000 PLN**.

3.7 Modernizacja instalacji CO.

Przewiduje się przebudowę instalacji CO (wprowadzenie 3 obiegów (piwnica + parter, piętro, 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 **40000 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 dyskonta $r=5\%$, 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 $1,42 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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 ² K)	1,427	0,454	0,37	0,312	0,27
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,7	2,2	2,7	3,2	3,7
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	GJ/m ²	0,479	0,152	0,124	0,105	0,091
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok*m ²	---	18,93	20,57	21,69	22,52
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	225	240	252	265
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	11,89	11,67	11,62	11,77

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 11cm, 13cm, 15cm, 17cm.

Dla obliczenia oszczędności energii dokonano obliczeń sezonowego zapotrzebowania energii dla pięciu wariantów o ścianach: bez docieplenia, z dociepleniem 11cm, z **dociepleniem 13 cm**, z dociepleniem 15 cm, z dociepleniem 17 cm

Układ zastany - ściany posiadają $U_C = 1,427 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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	---	11	13	15	17
Ws półczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,427	0,29	0,253	0,225	0,202
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,7	3,45	3,95	4,45	4,95
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	GJ/m ²	0,615	0,125	0,109	0,097	0,087
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok*m ²	---	28,42	29,34	30,05	30,62
Cena jednostkowa usprawnienia K _j	zł/m ²	---	140	145	150	155
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,93	4,94	4,99	5,06

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 betonowy, nad nim pustka powietrzna, dach blaszany na deskach $U=1,44$. 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	$W/(m^2K)$	1,435	0,313	0,225	0,176	0,144
Opór cieplny R	$(m^2K)/W$	0,7	3,2	4,45	5,7	6,95
Jednostkowe straty ciepła na przenikanie Q	GJ/m^2	0,482	0,105	0,076	0,059	0,048
Jednostkowa roczna oszczędność kosztów ΔO	$zł/rok \cdot m^2$	---	21,85	23,56	24,52	25,13
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	$zł/m^2$	---	41	42,5	44	45,5
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	1,88	1,80	1,79	1,81

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.

Roczne zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CO /brutto/ :	
przed termomodernizacją	po termomodernizacji
860,9 GJ/a	121,7 GJ/a
Roczne zapotrzebowanie obliczeniowe energii dla CWU /brutto/	
przed termomodernizacją	po termomodernizacji
12,9 GJ/a	12,9 GJ/a

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	1741,5	0
Wartość opałowa gazu	MJ/m ³	-	34,5
Ilość spalanego gazu	m ³ /a	-	3901,4
Koszt jednostkowy spalanego gazu	PLN/m ³	-	2
Koszt spalanego gazu	PLN	-	7802,9
Wartość opałowa węgla	MJ/kg	21	-
Ilość spalanego węgla	t/a	41,0	-
Koszt jednostkowy spalanego węgla	PLN/t	650	-
Koszt spalanego węgla	PLN	26646,9	-
Ilość energii na potrzeby CO	[GJ/a]	860,9	121,7
Ilość energii na potrzeby CWU	[GJ/a]	12,9	12,9
Koszt obsługi	[PLN]	12000	1200
RAZEM - koszt ogrzewania i CWU		40388	9003
EFEKT EKONOMICZNY			
OGRZEWANIE i CWU			31386

5.3 Koszty przedsięwzięć

ZESTAWIENIE KOSZTÓW TERMOMODERNIZACJI Tablica 5.3

	[m2]	[PLN/m2]	[PLN]	[GJ/a]	[PLN/a]	[lata]	Wg SPBT
1	2	3	4	5	6	7	8
I Docieplenie ścian poniżej gruntu i cokołu	211,16	271,49	57328	78,97	4580,483	12,52	3
II Docieplenie ścian zewnętrznych	499,18	246,64	123116	258,58	14997,36	8,21	3
III Docieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją	335,67	66,73	22398	141,99	8235,328	2,72	1
IV Wymiana stolarki okiennej	45,32	700,06	31727	21,88	1268,75	25,01	6
V Wymiana stolarki drzwiowej	17,65	1090,72	19251	3,59	208,22	92,46	7
VI Wymiana kotłowni wraz z instalacją układu solarnego	1,00	133693,30	133693	83,40	4837,2	27,64	5
VII Wymiana instalacji CO	1,00	66966,97	66967	45,00	2610	25,66	4
Koszt ogółem /brutto/		-	454581				

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 - CO₂, SO₂, NO_x oraz pyłu - wykorzystane w opracowaniu dotyczące efektu ekologicznego na podstawie dokumentu „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających środowisko wprowadzanych do środowiska w procesie energetycznego spalania paliw” MOŚZNiL, 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 termostatów.

TABLICA 7 ANALIZA EKONOMICZNA.

	Wielkość	Wartość	Jednostka
Koszt przedsięwzięć- Ki /brutto/:		454481	PLN
Zapotrzebowanie energii dla CO i CWU przed modernizacją /brutto/:		908,30	GJ/a
Zapotrzebowanie energii dla CO i CWU po modernizacji /brutto/:		134,60	GJ/a
Roczne oszczędności energii dQ:		773,70	GJ/a
Efekt ekonomiczny DE z uwzględnieniem CWU /brutto/:		31386	PLN/a
Prosty czas zwrotu SPBT:Ki : DE		14,48	lat
Korzyści w ciągu 20 lat eksploatacji przy 5% stopie dyskontowej NPV		-63349	PLN
Korzyści w ciągu 20 lat eksploatacji przy 5% stopie dyskontowej NPV oraz założeniu rocznej stopy wzrostu cen energii na poziomie 5%		173239	PLN

8. Metodyka

Na potrzebę powyższego audytu budynku Ośrodka Zdrowia w Pietrzykowicach 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	λ	R	U_c	
		m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	
Ściana na gruncie, przegroda jednorodna						
1	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,400	0,780	0,513	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	Grubość całkowita i U_k		0,42	-	0,70	1,42
Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna						
2	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	2	Cegła pełna zwykła	0,400	0,780	0,513	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	Grubość całkowita i U_k		0,42	-	0,70	1,42
Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna						
3	63	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,1	-
	5	Blacha stalowa	0,010	58,000	0,000	-
	6	Sosna i świerk wzdłuż włókien	0,050	0,300	0,167	-
	7	Słabo wentylowane warstwy powietrzne	0,700	0,000	0,150	-
	4	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	0,240	1,000	0,240	-
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,04	-
	Grubość całkowita i U_k		1,00	-	0,70	1,44

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

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	
1	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	2	Płyta styropianowa EPS	0,100	0,040	2,500	-
	3	Cegła pełna zwykła	0,400	0,780	0,513	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	Grubość całkowita i U_k		0,52	-	3,20	0,31
2	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	2	Płyta styropianowa EPS	0,150	0,040	3,750	-
	3	Cegła pełna zwykła	0,400	0,780	0,513	-
	1	Tynk lub gładź cementowa	0,010	1,000	0,010	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej(poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	Grubość całkowita i U_k		0,57	-	4,45	0,22
3	Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,1	-
	6	Blacha stalowa	0,010	58,000	0,000	-
	7	Sosna i świerk wzdłuż włókien	0,050	0,300	0,167	-
	8	Słabo wentylowane warstwy powietrzne	0,700	0,000	0,150	-
	9	PAROC ROS 50	0,200	0,040	5,000	-
	5	Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900	0,240	1,000	0,240	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej(strumień ciepła w dół)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k		1,20	-	5,70	0,18	