

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji  
w trybie Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć  
termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121),  
wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808)

INWESTOR

Starostwo Powiatowe w Wyszkowie  
07-200 Wyszków, al. Róż Nr 2

ADRES BUDYNKU

Warsztaty Centrum Kształcenia  
Praktycznego  
07-200 Wyszków,  
ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 82a

WYKONAWCA AUDYTU

mgr inż. Grzegorz Kotte  
04-407 Warszawa, ul. Konwisarska Nr 64

WARSZAWA, LISTOPAD 2005r.

## 1. Strona tytułowa

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej – budynek oświatowy (warsztaty Centrum Kształcenia Praktycznego); parterowy, nie podpiwniczony		1.2 Rok budowy ok. 1970
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe w Wyszku 07-200 Wyszaków, Al. Róż 2 tel./fax (029) 742 42 70 Województwo mazowieckie	1.4 Adres budynku	Centrum Kształcenia Praktycznego 07-200 Wyszaków, ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 82a tel./fax (029) 742 48 06 Województwo mazowieckie
<b>2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Grzegorz Kotte, ul. Konwisarska 64, 04-407 Warszawa, REGON 01318557			
<b>3. Imię i nazwisko oraz adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audyt, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
mgr inż. Grzegorz Kotte zam. w Warszawie ul. Konwisarska 64; PESEL – 69121000414 Audyt energetyczny (KAPE 13/96), uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej Nr od 1243/SPE/Kr/2005 do 1248/SPE/Kr/2005			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
<b>5. Miejscowość:</b> Warszawa		<b>Data wykonania opracowania:</b> listopad 2005 r.	
<b>6. Spis treści:</b>			
1.	Strona tytułowa		Str. 2
2.	Karta audytu energetycznego		Str. 3
3.	Materiały i dane do audytu		Str. 6
4.	Inwentaryzacja techniczna budynku		Str. 7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		Str. 12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		Str. 16
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		Str. 18
8.	Opis optymalnego wariantu		Str. 36
9.	Załączniki		Str. 39

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11 583	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	7 091	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej budynku [m <sup>2</sup> ]	-	
6.	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	2 557	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	240	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Grupowy węzeł ciepłny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Grupowy węzeł ciepłny	
11.	Współczynnik A/V [1/m.]	0,61	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m <sup>2</sup> K)]		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,993	0,242
2.	Stropodach nad pom. biurowymi, magazynami i kuźnią	1,363	0,214
2.	Stropodach nad warsztatami Nr I	1,308	0,212
3.	Stropodach nad warsztatami Nr II	1,374	0,214
4.	Podłoga na gruncie	0,699	0,699
5.	Stolarka okienna i drzwiowa z szybami tradycyjnymi	3,5	1,7
6.	Stolarka okienna i drzwiowa z szybami niskoemisyjnymi	1,7	1,7
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	100%	100%
2.	Sprawność przesyłu	92,0%	95,0%
3.	Sprawność regulacji	86,6%	93,7%
4.	Sprawność wykorzystania	92,0%	95,0%
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	100%	98,0%
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	95,0%	95,0%
7.	Sprawność całkowita	73,3%	84,6%

<b>4. Strumień powietrza wentylacyjnego</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Nieszczelności w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne	Mikrowentylacja w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	15 058	11 275
4.	Liczba wymian [1/h]	1,30	0,97
<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	456,8	210,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	34,2	34,2
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 550,41	1 012,69
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 305,44	1 114,44
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	244,01	244,01
6.	Zamierzone 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]	-	-

5. Charakterystyka energetyczna budynku – c.d.			
7.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	61,4	24,4
8.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	82,1	26,9
9.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	370,5	121,1
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Cena 1 GJ na ogrzewanie, zł	31,92	31,92
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c, zł	6 162,34	6 162,34
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej, zł	9,26	9,26
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u., zł	6 162,34	6 162,34
5.	Opłata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej na m-c, zł	-	-
6.	Opłata abonamentowa, zł/m-c	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu, zł	789 807,80	Miesięczna rata kredytu, zł/m-c	7 344,37
Oprocentowanie kredytu, %	8,50	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, %	61,7
Okres kredytowania, lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok	88 132,38
Planowane koszty całkowite, zł	1 064 962,40	SPBT, rok	12,1

### 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

#### 3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku użyteczności publicznej, jakim są warsztaty Centrum Kształcenia Praktycznego w Wyszkowie.

#### 3.2 Cel i zakres opracowania:

Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- 3.2.1 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną,
- 3.2.2 Wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło,
- 3.2.3 Poprawa komfortu użytkowania obiektu.
- 3.2.4 Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania budynku,
- 3.2.5 Usprawnienia powinny być realizowane przy możliwie najmniejszym zaangażowaniu środków własnych wykonawcy, tzn. przy możliwie największym wykorzystaniu kredytu bankowego.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- 3.2.6 Audyt powinien określić optymalny sposób ocieplenia przegród zewnętrznych oraz modernizacji instalacji wewnętrznych c.o. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.

#### 3.3 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termorenowacji:

Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora, stanowiąca możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony do pokrycia kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 300 000,00 zł.

#### 3.4 Materiały wyjściowe do opracowania:

- 3.4.1 Dokumentacja budynku w branży budowlanej przekazana do wglądu audytora
- 3.4.2 Informacje uzyskane od użytkowników budynku w trakcie wizji lokalnej
- 3.4.3 Bazy danych programów komputerowych AUDYTOR OZC 3.0 i OWER
- 3.4.4 Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

#### 3.5 Załączniki do audytu:

Patrz strona 39.

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### 4a. Ogólne dane techniczne

Budynek został wybudowany i oddany do użytku około roku 1970 z przeznaczeniem na warsztaty Ośrodka Szkolenia Zawodowego w Wyszkowie.

Budynek nie jest podpiwniczony.

Podstawowe dane techniczne budynku:

-	ilość klatek schodowych:	-
-	ilość kondygnacji naziemnych:	1
-	wysokość kondygnacji – część biurowa:	2,8 m
-	wysokość kondygnacji – część warsztatowa:	4,8 m
-	kubatura części ogrzewanej:	11 538 m <sup>3</sup>
-	suma powierzchni ogrzewalnej:	2 257 m <sup>2</sup>
-	powierzchnia netto obiektu:	7 091 m <sup>2</sup>
-	współczynnik kształtu budynku:	0,61 m <sup>-1</sup>

Nad najwyższą kondygnacją budynku znajduje się stropodach niewentylowany.

### 4b. Uproszczona dokumentacja techniczna budynku

Plan sytuacyjny budynku został załączony do opracowania.

Pełna dokumentacja techniczna budynku znajduje się w posiadaniu Inwestora.

### 4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

#### Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne szczytowe i podłużne wykonane z cegły kratówki o grubości 38 cm.

Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.

Ściany konstrukcyjne bez rażących uszkodzeń. Spękane tynki zewnętrzne.

Cokół otynkowany z licznymi uszkodzeniami. Opaska wokół budynku kwalifikuje się do przekładki i uzupełnienia. Elewacja zewnętrzna z licznymi śladami zacieków, pęknięć i zabrudzeń na całej powierzchni kwalifikuje się do całkowitej naprawy.

Nad pomieszczeniami biurowymi, magazynami, spawalnią i kuźnią stropodach żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DMS. Izolację termiczną stropu nad częścią biurową stanowi warstwa pianobetonu o grubości 22 cm, zaś nad magazynami, kuźnią i spawalnią – gudronu o grubości 2 cm i supremy o grubości 7 cm. Całość przykryta jest wylewką betonową o grubości 2 cm i papą na lepiku

Nad warsztatami I stropodach wykonany z eternitu. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa żużłobetonu o grubości 4,5 cm i wełny żużlowej o grubości 9 cm, przykryta gładzią cementową o grubości 2 cm i papą na lepiku.

Nad warsztatami II płyta dachowa dwuspadowa z typowych elementów prefabrykowanych wg KB1-31.6.3/12 (bez świetlików). Izolację termiczną stropu stanowi warstwa styropianu o grubości 4 cm, przykryta gładzią cementową o grubości 2 cm i papą na lepiku.

Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach. Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej i fragmentaryczne uszkodzenia płyt korytkowych można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.

Rynny spustowe z blachy ocynkowanej w dobrym stanie technicznym. Obróbki blacharskie murków ogniowych z blachy ocynkowanej kwalifikują się do naprawy i konserwacji. Rynny i pasy podrynnowe z licznymi śladami korozji kwalifikują się do konserwacji lub naprawy.

#### Stolarka okienna i drzwiowa

Od strony ul. Dworcowej stolarka okienna i drzwiowa nowa, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , w bardzo dobrym stanie technicznym.

W pozostałej części budynku okna dwuszybowe w stolarce metalowej (w pomieszczeniach biurowych – skrzynkowe drewniane) z luzem wrębowym do 5mm, będące w ogólnie złym stanie technicznym.

Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębienie pomieszczeń.

Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.

#### **4d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Źródłem ciepła dla budynku jest wspólny węzeł ciepłowniczy dla Zespołu Szkół nr 2 i Centrum Kształcenia Praktycznego. Węzeł ciepły jest zasilany w ciepło z sieci wodnej wysokoparametrowej Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Wyszkowie.

Od 1 listopada 2005 roku koszt zakupu ciepła z uwzględnieniem podatku VAT wnosi:

- opłata stała: 6 162,34 zł/MW/m-c
- opłata zmienna: 31,92 zł/GJ

Roczny koszt ogrzewania budynku zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:



Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym	GJ/a	3 305,44
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,4568
Oplata roczna zmienna	zł/rok	105 493,86
Oplata roczna stała	zł/rok	33 779,49
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	139 273,36

Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej dla użytkowników budynku, zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu i z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/a	244,01
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,0342
Oplata roczna zmienna	zł/rok	7 787,54
Oplata roczna stała	zł/rok	2 528,57
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	10 316,11

#### 4e. Charakterystyka systemu grzewczego

Budynek warsztatów Centrum Kształcenia Praktycznego zasilany jest w ciepło do celów grzewczych z węzła grupowego zlokalizowanego w budynku Zespołu Szkół nr 2 za pomocą sieci przewodów ułożonych w kanale półprzechodnim.

Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdzielaniem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244. Przewody rozprowadzające i gałzki w dobrym stanie technicznym.

W pomieszczeniach biurowych i dydaktycznych grzejniki żeliwne członowe nr 1 i nr 4 z zaworami odcinającymi skrośnymi; w pomieszczeniach warsztatowych – grzejniki ożebrowane typu Faviera.

Sprawności składowe instalacji c.o. podano w rozdziale 7.3.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło dla budynku wykonano programem Audytor OZC 3.0

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z dokumentacją projektową)	MW	-
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,4568
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględniania sprawności systemu	GJ/a	2 550,41
Ogólna sprawność ogrzewania	%	73,3%
Obniżenie nocne	%	95%
Obniżenie tygodniowe	%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu	GJ/a	3 305,44

#### 4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa na potrzeby warsztatów wytwarzana jest w węźle cieplnym w budynku Zespołu Szkół nr 2 i następnie przesyłana kanałem ciepłowniczym.

Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem. Orurowanie w dobrym stanie technicznym.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową przeprowadzono w Załączniku nr 1 do audytu.

#### 4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń sanitarnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne usytuowane w kanałach wywiewnych.

Nawiew powietrza jest realizowany za pomocą naturalnej infiltracji spowodowanej nieszczelnościami w istniejącej stolarnie okiennej i drzwiowej.

Opis systemu wentylacji i obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego przedstawiono w Załączniku nr 2 do audytu.

**4h. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni znajdującej się w budynku**

Charakterystyka węzła ciepłego została przedstawiona w rozdziale 4e i 4f.

**4i. Charakterystyka instalacji gazowej i przewodów kominowych (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)**

nie dotyczy.

**4j. Charakterystyka instalacji elektrycznej (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)**

nie dotyczy.

## 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień termomodernizacyjnych

W trakcie wizji lokalnej i rozmów z przedstawicielami Zamawiającego stwierdzono co następuje:

### 5.1 Ocena izolacyjności przegród zewnętrznych budynku

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Ściany zewnętrzne</u></p> <p>Ściany wykonane z cegły kratówki grubości 38 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, widoczne są fragmentaryczne ubytki i spękania.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania ciepła wynosi <math>U = 0,993 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć poprawę izolacyjności przegrody poprzez jej ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem jako materiału izolacyjnego styropianu o obniżonej wartości współczynnika przenikania ciepła.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła <math>U = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>
2.	<p><u>Stropodach nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią</u></p> <p>Stropodach żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DMS.</p> <p>Izolację termiczną stropu nad częścią biurową stanowi warstwa pianobetonu o grubości 22 cm, zaś nad magazynami, kuźnią i spawalnią – gudronu o grubości 2 cm i supremy o grubości 7 cm.</p> <p>Całość przykryta jest wylewką betonową o grubości 2 cm i papą na lepiku</p> <p>Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 1,363 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym, np. Termo-P firmy TERMO-ORGANIKA.</p> <p>Wierzchnią warstwę izolacji przeciwwilgociowej będzie stanowić papa termozgrzewalna.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła <math>U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
3.	<p><u>Stropodach nad warsztatami I</u></p> <p>Stropodach wykonany z eternitu . Izolację termiczną stropu stanowi warstwa żużłobetonu o grubości 4,5 cm i wełny żużlowej o grubości 9 cm, przykryta gładzią cementową o grubości 2 cm i papą na lepiku.</p> <p>Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 1,308 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym, np. Termo-P firmy TERMO-ORGANIKA..</p> <p>Wierzchnią warstwę izolacji przeciwwilgociowej będzie stanowić papa termozgrzewalna.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła <math>U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>
4.	<p><u>Stropodach nad warsztatami II</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wg KB1-31.6.3/12. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa styropianu o grubości 4 cm, przykryta gładzią cementową o grubości 2 cm i papą na lepiku.</p> <p>Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 1,374 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym, np. Termo-P firmy TERMO-ORGANIKA..</p> <p>Wierzchnią warstwę izolacji przeciwwilgociowej będzie stanowić papa termozgrzewalna.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła <math>U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
5.	<p><u>Podłoga na gruncie</u></p> <p>Podłoga na gruncie wykonana z betonu jamistego o grubości 12 cm. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 3,75 cm, przykryta jastychem o grubości 4 cm i terrakotą.</p> <p>W pomieszczeniach biurowych terrakota zastąpiona jest płytkami PCV, zaś na korytarzu – lastrykiem.</p> <p>Przegroda w dobrym stanie technicznym.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 0,699 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>	<p>Przegroda w dobrym stanie technicznym, nie wymaga modernizacji.</p>
6.	<p><u>Stolarka okienna i drzwiowa</u></p> <p>W budynku znajdują się okna dwuszybowe w stolarce stalowej (w pomieszczeniach biurowych i szatniach – w stolarce drewnianej) z luzem wrębowym do 5mm, będących w złym stanie technicznym.</p> <p>Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębianie pomieszczeń.</p> <p>Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.</p> <p>Od strony ul. Dworcowej stolarka okienna i drzwiowa nowa, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła <math>U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, w bardzo dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę tradycyjnych okien dwuszybowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną.</p> <p>Dopuszcza się zamurowanie do 20% powierzchni okien w pomieszczeniach magazynowych i warsztatowych przy zachowaniu wymaganego odrębnymi przepisami strumienia światła.</p> <p>W części biurowej budynku (biura, szatnie, sanitariaty) zainstalować okna niskoemisyjne z szybą zespoloną i dodatkowo rozważyć celowość zainstalowania nawiewników – warunkiem jest opłacalność przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – <math>U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, dla całego okna i dla drzwi – <math>U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>
<p><b>Uwagi:</b></p> <p>-</p>		

## 5.2 Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
7.	<p><u>Węzeł ciepły i instalacja grzewcza c.o.</u></p> <p>Instalacja grzewcza zasilana siecią ciepłowniczą z węzła grupowego zlokalizowanego w Zespole Szkół nr 2.</p> <p>Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdziałem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244, w dobrym stanie technicznym. Izolacja termiczna z waty szklanej w płaszczu gipsowo-klejowym.</p> <p>Rurociągi c.o. w budynku prowadzone są w kanale półprzelazowym.</p> <p>W pomieszczeniach biurowych i dydaktycznych grzejniki żeliwne członowe nr 1 i nr 4 z zaworami odcinającymi skośnymi; w pomieszczeniach warsztatowych – grzejniki ożebrowane typu Faviera.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja wewnętrzna c.o. wymaga modernizacji.</p> <p>W jej skład powinno wejść zastąpienie ogrzewania konwekcyjnego w trzech pomieszczeniach warsztatowych ogrzewaniem powietrznym z wykorzystaniem aparatów grzewczo-wentylacyjnych.</p> <p>Dodatkowo zaleca się wymianę zaworów przygrzejnikowych na zawory termostatyczne oraz montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność przedsięwzięcia.</p>
8.	<p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Instalacja ciepłej wody użytkowej zasilana siecią z węzła grupowego zlokalizowanego w Zespole Szkół nr 2.</p> <p>Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem.</p> <p>Orurowanie w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja c.w. nie wymaga modernizacji.</p>
<p><b>Uwaga:</b></p> <p>Ze względu na brak poboru ciepłej wody użytkowej w okresie największego nasłonecznienia, nie analizuje się rozwiązania polegającego na zainstalowaniu kolektorów słonecznych.</p>		

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez nieocieplane ściany zewnętrzne	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zrealizować metodą moką lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o obniżonym współczynniku przenikania ciepła (<math>U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}</math>), np. Termo-<math>\lambda</math> firmy Termo-Organika.</p> <p>W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeżca drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.</p> <p>W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.</p>
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym o współczynniku przenikania ciepła <math>U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, np. Termo-P firmy Termo-Organika.</p> <p>Niezbędna jest realizacja następujących prac:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- demontaż istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej wraz z oczyszczeniem i zagruntowaniem podłoża,</li> <li>- wyrównanie ubytków i ewentualne naprawienie wylewki betonowej,</li> <li>- przyklejenie płyt styropianowych klejem na zimno lub lepikiem asfaltowym dostosowanym do kontaktów ze styropianem,</li> <li>- ułożenie izolacji przeciwwilgociowej z pojedynczej warstwy papy termozgrzewalnej.</li> </ul> <p>Mocowanie mechaniczne płyt do dachu zgodnie z wymaganiami producenta.</p> <p>W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.</p>
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwiową	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych skrzynkowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną.</p> <p>W części biurowej budynku (biura, szatnie, sanitariaty) zainstalować okna niskoemisyjne z szybą zespoloną i dodatkowo rozważyć celowość zainstalowania nawiewników – warunkiem jest opłacalność przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – <math>U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, dla całego okna i dla drzwi – <math>U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>



Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
4.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji grzewczej	Należy zrealizować następujące zadania: <ul style="list-style-type: none"><li>- montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych</li><li>- montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.</li><li>- montaż trzech aparatów grzewczo-wentylacyjnych w pomieszczeniach warsztatowych</li></ul>
<b>Uwaga:</b> -		

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1 Dane do obliczeń

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

Symbol	Objaśnienie	Jednostka	Wartość aktualna	Wartość po termomodernizacji
1	2	3	4	5
$t_{wo}$	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego (uśredniona dla całej kubatury ogrzewanej budynku)	[°C]	+16,0	+16,0
$t_{to}$	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	[°C]	-20,0	-20,0
Sd	liczba stopniodni	[dzień*K/rok]	3 885	3 885
$O_{0z}, O_{1z}$	opłata brutto za zużycie 1 GJ określana przez dostawcę ciepła lub koszt produkcji 1 GJ	[zł/GJ]	31,92	31,92
$O_{0m}, O_{1m}$	opłata brutto za 1MW mocy zamówionej określana przez dostawcę ciepła, lub odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela	[zł/(MW*m-c)]	6 162,34	6 162,34
$Ab_1, Ab_2$	opłata abonamentowa brutto	[zł/m-c]	-	-

Do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło skorzystano z danych klimatycznych dla stacji aktynometrycznej w Warszawie jako znajdującej się najbliższej lokalizacji analizowanego budynku.

Koszt ogrzewania przyjęto na podstawie taryfy dla ciepła Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Wyszkanie obowiązującej od 1 listopada 2005 roku.

7.2.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne budynku				
Powierzchnia łączna: $A = 1\,392,9\text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo- $\lambda$ Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,032\text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: $N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] $\Delta O_{rU}$ – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,09	<b>0,10</b>	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego, $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	2,81	<b>3,13</b>	3,44
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	1,007	3,820	<b>4,132</b>	4,445
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,993	0,262	<b>0,242</b>	0,225
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	464,27	122,41	<b>113,15</b>	105,20
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0526	0,0139	<b>0,0128</b>	0,0119
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r$	zł/a	-	13 772,62	<b>14 145,58</b>	14 466,09
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/m <sup>2</sup>	-	152,50	<b>158,60</b>	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	212 417,25	<b>220 913,94</b>	229 410,63
10	SPBT	lata	-	15,42	<b>15,62</b>	15,86
<b>Opis zastosowanej metody:</b> Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian Termo- $\lambda$ . Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,00\text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 10 cm.						
<b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b> Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

<b>7.2.2 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku</b>		<b>Przegroda:</b> Stropodach nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią				
Powierzchnia łączna: $A = 847,1 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo-P Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: $N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] $\Delta O_{rU}$ – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	<b>Wariant 2</b>	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,14	<b>0,15</b>	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego, $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,68	<b>3,95</b>	4,21
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,734	4,418	<b>4,681</b>	4,944
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,363	0,226	<b>0,214</b>	0,202
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	387,56	64,36	<b>60,74</b>	57,51
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0439	0,0073	<b>0,0069</b>	0,0065
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r$	zł/a	-	13 514,40	<b>13 632,40</b>	13 737,84
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ $\text{m}^2$	-	158,60	<b>164,70</b>	170,80
9	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	134 350,06	<b>139 517,37</b>	144 684,68
10	SPBT	lata	-	9,94	<b>10,23</b>	10,53
<p><b>Opis zastosowanej metody:</b></p> <p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie styropianem o współczynniku przenikania ciepła <math>U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}</math> oklejonym papą podkładową na welonie szklanym, oraz ułożenie nowej izolacji przeciwwilgociowej z papy termozgrzewalnej.</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego <math>R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math> osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 15 cm.</p>						
<p><b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych.</p>						

7.2.3 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach nad warsztatami Nr I				
Powierzchnia łączna: $A = 784,0 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo-P Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: $N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] $\Delta O_{rU}$ – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,14	<b>0,15</b>	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego, $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,68	<b>3,95</b>	4,21
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,765	4,449	<b>4,712</b>	4,975
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,308	0,225	<b>0,212</b>	0,201
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	344,21	59,15	<b>55,85</b>	52,90
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0390	0,0067	<b>0,0063</b>	0,0060
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r$	zł/a	-	11 938,09	<b>12 045,83</b>	12 142,18
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ $\text{m}^2$	-	158,60	<b>164,70</b>	170,80
9	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	124 342,40	<b>129 124,80</b>	133 907,20
10	SPBT	lata	-	10,42	<b>10,72</b>	11,03
<b>Opis zastosowanej metody:</b> Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie styropianem o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ oklejonym papą podkładową na welonie szklanym, oraz ułożenie nowej izolacji przeciwwilgociowej z papy termozgrzewalnej. Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 15 cm.						
<b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b> Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych.						

7.2.4 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach nad warsztatami Nr II				
Powierzchnia łączna: $A = 925,7 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo-P Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: $N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] $\Delta O_{rU}$ – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,14	<b>0,15</b>	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego, $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,68	<b>3,95</b>	4,21
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,728	4,412	<b>4,675</b>	4,938
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,374	0,227	<b>0,214</b>	0,202
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	426,94	70,43	<b>66,46</b>	62,92
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0483	0,0080	<b>0,0075</b>	0,0071
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r$	zł/a	-	14 903,00	<b>15 032,29</b>	15 147,79
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ $\text{m}^2$	-	158,60	<b>164,70</b>	170,80
9	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	146 816,02	<b>152 462,79</b>	158 109,56
10	SPBT	lata	-	9,85	<b>10,14</b>	10,44
<p><b>Opis zastosowanej metody:</b></p> <p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie styropianem o współczynniku przenikania ciepła <math>U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}</math> oklejonym papą podkładową na welonie szklanym, oraz ułożenie nowej izolacji przeciwwilgociowej z papy termozgrzewalnej.</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego <math>R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math> osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 15 cm.</p>						
<p><b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych.</p>						

7.2.5 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda:		
Powierzchnia łączna: $A = 437,1 \text{ m}^2$		Stolarka okienna i drzwiowa w części warsztatowej		
		<p>SPBT = <math>N_u / \Sigma \Delta O_{rU}</math> [lata], gdzie:</p> <p><math>N_u</math> – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł]</p> <p><math>\Delta O_{rU}</math> – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]</p>		
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna z szybą niskoemisyjną
1	Współczynnik przenikania, U	W/m <sup>2</sup> K	3,50	1,10
2	Współczynnik $c_r$	-	1,30	1,00
3	Współczynnik $c_w$	-	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	3,50	0,30
5	Strumień powietrza wentylacyjnego	m <sup>3</sup> /h	13 722	10 555
6	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	2 080,77	1 366,97
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,2354	0,1546
8	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	28 754
9	Cena jednostkowa wymiany okien	zł/m <sup>2</sup>		671,00
10	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	293 294,10
11	SPBT	lata	-	10,20
<p><b>Opis zastosowanej metody:</b></p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na wymianie stolarki okiennej i drzwiowej na niskoemisyjne z szybą zespoloną o współczynniku przenikania <math>U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> <p>Ze względu na instalację nawiewno-wywiewną nie rozpatruje się zainstalowania nawiewników w oknach.</p>				
<p><b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, cenniki firm Oknoplast-Kraków i Stolarka Wołomin S.A. oraz analiza cen rynkowych</p>				

7.2.6 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stolarka okienna i drzwiowa w części biurowej				
Powierzchnia łączna: $A = 53,5 \text{ m}^2$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata], gdzie: $N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] $\Delta O_{rU}$ – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna bez nawiewników	Okna z nawiewnikami ręcznymi	Okna z nawiewnikami automatycznymi
1	Współczynnik przenikania, U	W/m <sup>2</sup> K	3,50	1,10	1,10	<b>1,10</b>
2	Współczynnik $c_r$	-	1,30	1,00	0,85	<b>0,70</b>
3	Współczynnik $c_w$	-	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
4	Współczynnik a	-	3,50	0,30	0,30	<b>0,30</b>
5	Strumień powietrza wentylacyjnego	m <sup>3</sup> /h	1 336	1 028	874	<b>720</b>
6	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	215,50	137,17	119,56	<b>101,95</b>
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0244	0,0155	0,0135	<b>0,0115</b>
8	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r\text{ok.}} + \Delta Q_{r\text{w}}$	zł/a	-	3 155	3 865	<b>4 574</b>
9	Cena jednostkowa wymiany okien	zł/m <sup>2</sup>		671,00	744,20	<b>756,40</b>
10	Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$	zł	-	35 898,50	39 814,70	<b>40 467,40</b>
11	SPBT	lata	-	11,38	10,30	<b>8,85</b>
<p><b>Opis zastosowanej metody:</b></p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na wymianie okien na niskoemisyjne z szybą zespoloną o współczynniku przenikania <math>U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math> i automatycznymi nawiewnikami sterowanymi higrostatycznie.</p>						
<p><b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, cenniki firm Oknoplast-Kraków i Stolarka Wołomin S.A. oraz analiza cen rynkowych</p>						



### **7.3 Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.**

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego
- b) wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania
- c) zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień
- d) wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu grzewczego

### 7.3.1 Określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego

W stanie istniejącym współczynniki sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego wynoszą:

Pozycja	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”
1	2
<u>Sprawność wytwarzania ciepła:</u> – węzeł ciepły:	$\eta_w = 1,00$
<u>Sprawność przesyłu ciepła:</u> – przewody c.o. w dobrym stanie technicznym, brak odpowietrzników na pionach powoduje cyrkulację wody w sieci przewodów odpowietrzających	$\eta_p = 0,92$
<u>Sprawność regulacji systemu grzewczego:</u> – system o dużej bezwładności cieplnej bez zaworów termostatycznych przy elementach grzejnych, z centralną automatyką pogodową	$\eta_r = 0,866$
<u>Sprawność wykorzystania ciepła:</u> – instalacja tradycyjna, grzejniki częściowo usytuowane prawidłowo w pomieszczeniu (w halach warsztatowych przesłonięte urządzeniami)	$\eta_w = 0,92$
<u>Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:</u> – brak	$w_t = 1,00$
<u>Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby:</u> – obniżenie temperatury realizowane w sposób ręczny	$w_d = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_o = 0,733$
<p><b>Uwaga:</b> Określenie wartości współczynnika regulacji <math>\eta_r</math> przed termomodernizacją:</p> $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) * 2 * \sqrt{GLR}$ <p>gdzie:  <math>\eta_{co} = 0,85</math>  <math>GLR = 0,200</math></p>	

### 7.3.2 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania

Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznej c.o. wskazuje na konieczność jej modernizacji.

W celu zwiększenia sprawności instalacji wewnętrznej c.o. proponuje się wykonanie następujących działań:

Pozycja	Rodzaj usprawnień termomodernizacyjnych	Symbol	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”	
			przed ociepleniem budynku	po ociepleniu budynku
1	2	3	4	5
Wytwarzanie ciepła	bez zmian	$\eta_w$	1,0	1,0
Przesyłanie ciepła	wzrost sprawności przesyłu na skutek likwidacji cyrkulacji wody w sieci odpowietrzającej	$\eta_p$	0,95	0,95
Regulacja systemu grzewczego	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	$\eta_r$	0,955	0,937
Wykorzystanie ciepła	zastąpienie części grzejników aparatami grzewczo-wentylacyjnymi	$\eta_a$	0,95	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	wprowadzenie przerw na ogrzewanie w części pomieszczeń w budynku (załączane lokalnie aparaty grzewczo-wentylacyjne)	$w_t$	0,98	0,98
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	bez zmian	$w_d$	0,95	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$\eta_o$	0,861	0,846
Sprawność instalacji c.o.	-	$\eta_{co}$	0,95	0,95
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,200	0,400
<b>Uwagi:</b>				
-				

### 7.3.3 Określenie kosztów modernizacji systemu grzejnego

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 7.3.2.

Szacunkowe koszty inwestycyjne przedstawiono poniżej. Ceny nie zawierają podatku VAT, ceny rynkowe II kwartał 2005 roku.

LP	Zadanie	Ilość	Materiały	Robocizna i sprzęt	Razem [M + R + S]
-	-	kpl.	zł/kpl.	zł/kpl.	zł
1	2	3	4	5	6
1.	Budowa przewodów zasilających aparaty grzewczo-wentylacyjne	1	9 000,00	6 000,00	15 000,00
2.	Montaż aparatów grzewczo-wentylacyjnych ze sterowaniem lokalnym	3	4 800,00	4 000,00	26 400,00
3.	Montaż zaworów przygrzejnikowych termostatycznych i odcinających	108	110,00	30,00	15 120,00
4.	Likwidacja sieci przewodów odpowietrzających i montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.	62	40,00	50,00	5 580,00
5.	Roboty budowlane poinstalacyjne	1	3 000,00	5 000,00	8 000,00
6.	Projekt modernizacji instalacji c.o.	1	-	3 000,00	3 000,00
-	<b>Razem, bez VAT</b>	-			<b>73 100,00</b>
-	<b>Razem, z VAT</b>	-			<b>89 182,00</b>
<b>Uwaga:</b>					
-					

#### 7.3.4 Określenie efektu finansowego dla modernizacji instalacji grzewczej

Efekt finansowy przedsięwzięcia modernizacji instalacji wewnętrznej c.o. określono w sposób następujący:

LP	Pozycja	Jedn.	Stan istniejący	Stan docelowy
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj systemu zasilania	-	Grupowy węzeł cieplny	Grupowy węzeł cieplny
2.	Obliczeniowa moc na c.o., q co	MW	0,4568	0,4568
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. <u>bez</u> uwzględniania sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	2 550,41	2 550,41
4.	Ogólna sprawność systemu, $\eta_0$	%	73,3%	86,1%
5.	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	%	95%	95%
6.	Obniżenie tygodniowe	%	100%	98%
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	3 305,44	2 757,76
8.	Roczna opłata zmienna	zł/a	105 493,86	88 014,47
9.	Roczna opłata stała	zł/a	33 779,49	33 779,49
10.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	0,00	0,00
11.	Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]	zł/a	139 273,36	121 793,97
12.	Efekt finansowy	zł/a		17 479,39
13.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł		89 182
14.	SPBT [13/12]	lata		5,10

#### 7.4 **Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.**

Nie dotyczy.

**7.5 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT (z uwzględnieniem usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania przez przegrody budowlane i ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej)**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi	40 467,40	8,85
2	Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm	152 462,79	10,14
3	Wymiana istniejącej stolarki okiennej i drzwiowej w części warsztatowej budynku na nową niskoemisyjną	293 294,10	10,20
4	Ocieplenie stropodachu budynku nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm	139 517,37	10,23
5	Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr I z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm	129 124,80	10,72
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych nieocieplanych w budynku metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm	220 913,94	15,62
-	Razem [od 1 do 6]:	975 780,40	-

**7.6 Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność systemu grzewczego**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.	89 182,00	5,10

## 7.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

### 7.7.1 Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które zostały ustalone na podstawie rosnącej wartości SPBT.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2002 r., każdy z analizowanych wariantów powinien obejmować optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej i drzwiowej w części warsztatowej budynku na nową niskoemisyjną</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr I z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Ocieplenie ścian zewnętrznych w budynku metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-<math>\lambda</math> o grubości 10 cm</li></ul>
Wariant 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej i drzwiowej w części warsztatowej budynku na nową niskoemisyjną</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr I z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li></ul>

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej i drzwiowej w części warsztatowej budynku na nową niskoemisyjną</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad częścią biurową, magazynami, kuźnią i spawalnią z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li></ul>
Wariant 4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej i drzwiowej w części warsztatowej budynku na nową niskoemisyjną</li></ul>
Wariant 5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li><li>• Ocieplenie stropodachu budynku nad warsztatami Nr II z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 15 cm</li></ul>
Wariant 6	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana istniejącej stolarki okiennej w części biurowej budynku na nową niskoemisyjną z nawiewnikami automatycznymi</li></ul>
Wariant 7	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li></ul>
Uwagi: -	



### 7.7.2. Roczne oszczędności przewidziane do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1

Wielkość roczne oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1 oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_r = (w_{t0}w_{d0}Q_{0co}/\eta_0 + O_{0cw}) O_{0z} - (w_{t1}w_{d1}Q_{1co}/\eta_1 + O_{1cw}) O_{1z} + 12 [(q_{0m} + q_{0cw}) O_{0m} - (q_{1m} + q_{0cw}) O_{1m}] + 12 (Ab_0 - Ab_1) \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

$\eta_0 =$	73,3%	sprawność ogrzewania przed termomodernizacją
$\eta_1 =$	84,6%	sprawność ogrzewania po termomodernizacji
$w_{t0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed termomodernizacją
$w_{d0} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed termomodernizacją
$w_{t1} =$	98,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia po termomodernizacji
$w_{d1} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby po termomodernizacji
$q_{0m} =$	0,4568 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1m} =$	0,2106 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$q_{0cw} =$	0,0342 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1cw} =$	0,0342 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0co} =$	2 550,41 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1co} =$	1 012,69 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0cw} =$	244,01 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1cw} =$	244,01 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 88\,132,38 \text{ [zł/rok]}$$

Wartość miesięcznych oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wyniesie:

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 88\,132,38 / 12 = 7\,344,37 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą  $N = 1\,064\,962,40$  zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 1\,064\,962,40 / 88\,132,38 = 12,1 \text{ [lat]},$$

gdzie:

$\Delta O_r$  - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/rok

N - planowane koszty robót, zł

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li> <li>• Ocieplenie stropodachu budynku</li> <li>• Ocieplenie ścian zewnętrznych</li> <li>• Wymiana stolarki okiennej drzwiowej</li> </ul>	1 064 962,40	61,7	88 132,38	$\frac{212\,992,48}{851\,969,90}$	$7\,344,37 - 7\,922,41 = -578,04$

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu  $r = 8,50\%$  (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 7\,922,41 \text{ zł}$$

gdzie:  $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$  – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 851\,969,90$  zł – kwota kredytu

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_e = 1 - (w_{t1}w_{d1}Q_{1co}/\eta_1 + O_{1cw}) / (w_{t0}w_{d0}Q_{0co}/\eta_0 + O_{0cw})$$

Powyższy wariant NIE spełnia wymagań Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 r. (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20 % wartości inwestycji – należy rozpatrzyć opłacalność przedsięwzięcia przy wyższym udziale finansowym Inwestora.

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.</li> <li>• Ocieplenie stropodachu budynku</li> <li>• Ocieplenie ścian zewnętrznych</li> <li>• Wymiana stolarki okiennej drzwiowej</li> </ul>	1 064 962,40	61,7	88 132,38	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100%;">275 154,56</div> 789 807,84	7 344,37 – 7 344,37 = 0,00

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu  $r = 8,50\%$  (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 7\,344,37 \text{ zł}$$

gdzie:  $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$  – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 789\,807,84 \text{ zł}$  – kwota kredytu

Reasumując, powyższy wariant spełnia wymagania Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 r. (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 25,8 % wartości inwestycji.

## 8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

### 8.1 Opis robót

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w przedmiotowym budynku ocenia się wariant I obejmujący następujące usprawnienia:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku metodą mokrą lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$  (np. Termo- $\lambda$  firmy Termo-Organika) o grubości 10 cm.

W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeża drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.

2. Należy przewidzieć ocieplenie stropodachu budynku z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$  (np. Termo-P firmy Termo-Organika) i grubości 15 cm.

Niezbędna jest realizacja następujących prac:

- demontaż istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej wraz z oczyszczeniem i zagruntowaniem podłoża,
- wyrównanie ubytków i ewentualne naprawienie wylewki betonowej,
- przyklejenie płyt styropianowych klejem na zimno lub lepikiem asfaltowym dostosowanym do kontaktów ze styropianem,
- ułożenie izolacji przeciwwilgociowej z pojedynczej warstwy papy termozgrzewalnej.

Mocowanie mechaniczne płyt do dachu zgodnie z wymaganiami producenta.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie

3. Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na stolarkę z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła dla szyby –  $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , dla całego okna i dla drzwi –  $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

W części biurowej budynku (biura, szatnie, sanitariaty) należy zastosować okna z szybami niskoemisyjnymi oraz zamontować dodatkowo nawiewniki sterowane automatycznie.

4. Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o.

Należy zrealizować następujące zadania:

- wymiana zaworów przygrzejnikowych na termostatyczne

- montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.
- montaż trzech aparatów grzewczo-wentylacyjnych wraz z przewodami zasilającymi w pomieszczeniach warsztatowych.

## 8.2 Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia

- 1) Szacunkowy koszt robót wyniesie: 1 064 962,40 zł (brutto)
- 2) Udział środków własnych: 275 154,56 zł, tj. 25,8 % wartości inwestycji
- 3) Kredyt bankowy: 789 807,84 zł, tj. 74,2 % wartości inwestycji
- 4) Premia termomodernizacyjna: 197 415,96 zł, tj. 25% wartości kredytu
- 5) Rata miesięczna (przy  $r = 8,50\%$ ): 7 344,37 zł

Zgodnie z Art. 4 Ustawy, premia termomodernizacyjna przysługuje inwestorowi, jeżeli ze zweryfikowanego audytu wynika, że:

- 1) Kredyt udzielony na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekroczy 80% wartości inwestycji, a okres spłaty kredytu pomniejszonego o premię termomodernizacyjną nie przekroczy 10 lat,
- 2) miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki i nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Określenie kryteriów spełnienia warunków Art. 4 Ustawy:

LP	Określenie kryterium	Spełnienie kryterium	Uzasadnienie
1.	Udział kredytu w wartości inwestycji nie większy niż 80%	TAK	Do obliczeń przyjęto udział banku kredytującego na poziomie 74,2%
2.	Okres spłaty kredytu z odsetkami nie powinien przekroczyć 10 lat	TAK	Do obliczeń przyjęto okres kredytowania $m = 120$ miesięcy
3.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki	TAK	Do obliczeń przyjęto miesięczną spłatę kredytu wraz z odsetkami równą racie kapitałowej powiększonej o należne odsetki
4.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	TAK	Miesięczna spłaty kredytu wraz z odsetkami jest nie większa od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii

Analizowane przedsięwzięcie spełnia oczekiwania Inwestora, którego zaangażowane środki własne wyniosą nie więcej niż 300 000,00 zł.

### **8.3 Dalsze działania inwestora.**

- 1) Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
- 2) Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
- 3) Realizacja robót i odbiór techniczny.
- 4) Wystąpienie do banku o przekazanie premii termomodernizacyjnej.
- 5) Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy.
- 6) Ocena rezultatów przedsięwzięcia.

## ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik nr 1 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 3 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

## Załącznik nr 1

### Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

#### Założenia:

Zużycie c.w.u. dla pojedynczego użytkownika:  $q_{j1} = 20$  kg dla jednej osoby

Ilość użytkowników:  $U_1 = 240$

Zgodnie z polską normą PN-92/B-01706, średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę w części biurowej oblicza się ze wzoru:

$$q_{d\acute{s}r1} = U_1 \times q_{j1} = 4\,800 \text{ dm}^3/\text{d}$$

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową oblicza się ze wzoru:

$$q_{h\acute{s}r1} = q_{d\acute{s}r1} / \tau_1 = 600,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

#### gdzie:

$\tau_1 = 8,0$  h – czas użytkowania instalacji c.w.u.

Moc zamówiona na potrzeby przygotowania c.w.u. będzie równa:

$$q_{cwu} = q_{h\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 34,2 \text{ kW}$$

#### gdzie:

$c_w = 4,187 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$  – ciepło właściwe wody

$\rho = 980 \text{ kg/m}^3$  – gęstość wody

$t_c = 55 \text{ }^\circ\text{C}$  – temperatura wody ciepłej

$t_z = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  – temperatura wody zimnej

Roczne zapotrzebowanie energii cieplnej do podgrzania c.w.u., bez strat w instalacji wewnętrznej, wynosi:

$$Q_{cwu1} = 223 \times q_{d\acute{s}r1} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 219,61 \text{ GJ/rok}$$

Roczne zapotrzebowanie energii cieplnej do podgrzania c.w.u., z uwzględnieniem strat, wynosi:

$$Q_{cwu} = Q_{cwu1} / 0,9 = 244,01 \text{ GJ/rok.}$$



## Załącznik nr 2

### Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Założona ilość wymian powietrza wentylacyjnego dla budynku warsztatów Centrum Kształcenia Praktycznego jest równa  $n = 1,0 \text{ h}^{-1}$ .

Łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z budynku wyniesie:

$$\Psi_0 = 1,0 \times 11\,583 = 11\,583 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Równocześnie, zgodnie z polską normą PN-83/B-03430 i zmianą PN-83/B-03430/Az3 z lutego 2000 r., strumień objętości powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń użyteczności publicznej przypadający na jednego użytkownika nie powinien być niższy niż  $20 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Budynek jest wykorzystywany jednocześnie przez  $N = 240$  użytkowników, zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić  $\Psi_0 = 240 \times 20 = 4\,800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, tj.  $\Psi_0 = 11\,583 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Rzeczywisty strumień powietrza wentylacyjnego jest – ze względu na nieszczelną stolarkę okienną wyższy i wynosi:

$$\Psi_1 = c_r \times \Psi_0 = 1,3 \times 11\,583 = 15\,058 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Po wymianie stolarki okiennej ilość powietrza wentylacyjnego w części warsztatowej zmniejszy się do wartości:

$$\Psi_{21} = c_r \times \Psi_{01} = 1,0 \times 10\,555 = 10\,555 \text{ Nm}^3/\text{h},$$

gdzie:  $\Psi_{01} = 10\,555 \text{ Nm}^3/\text{h}$  – strumień powietrza wywiewnego z pomieszczeń warsztatowych.

Ilość powietrza wentylacyjnego w części biurowej po wymianie stolarki okiennej zmniejszy się do wartości:

$$\Psi_{22} = c_r \times \Psi_{02} = 0,7 \times 1\,028 = 720 \text{ Nm}^3/\text{h},$$

gdzie:  $\Psi_{02} = 1\,028 \text{ Nm}^3/\text{h}$  – strumień powietrza wywiewnego z pomieszczeń biurowych.

Łączny strumień powietrza usuwanego z budynku po wymianie okien będzie równy:

$$\Psi_2 = \Psi_{21} + \Psi_{22} = 11\,275 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

## **Załącznik nr 3**

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania przed termomodernizacją.

## **Załącznik nr 4**

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania  
po termomodernizacji.

## **Załącznik nr 5**

Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata