

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Zespół Szkół
w Czerwonce Leszczynach
Warsztaty Elektryczne**

44 - 230 Czerwonka Leszczyny ul. 3 Maja 42



Październik 2009

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Warsztaty elektryczne	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	1978
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Powiat Rybnicki, 44-200 Rybnik, ul. 3 maja 31	1.4 Adres budynku	ul. 3 Maja 42
			44 - 230 Czerwonka Leszczyny
2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
INFO - PROJEKT Biuro Usług Projektowych 41 - 440 Górki Śląskie ul. Ofiar Oświęcimskich 63 REGON:			
3. Imię i nazwisko adres oraz numer PESEL wykonującego audyt, posiadane kwalifikacje:			Podpis
Inż. Stanisław Dyduch, 41-400 Mysłowice, ul. Katowicka 53 Kwalifikacje: Inżynier Energetyk, Studia podyplomowe w zakresie „Rynek Energii Elektrycznej Ciepła i Gazu oraz Usług Multimedialnych” ,Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 277, kurs Auditingu Energetycznego (Nr świadectwa 19/00/BAPE), Certyfikat Managera Energetycznego (CEM) wydanego przez Corporate „SEAL” – Association of Energy Engineers Georgia nr. Person ID 17167 PESEL: 45041500498			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew.uprawnienia)
1	Stanisław Dyduch	100%	wg.pkt.3
5. Miejscowość:		Górki Śląskie	Data wykonania opracowania
			10.2009
6. Spis treści			
			Strona
1	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku		2
2	Karta audytu energetycznego budynku		3
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		4
4	Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku		5
5	Ocena stanu technicznego budynku		8
6	Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		8
7	Określenie Optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		9
8	Opis techniczny wariantu inwestora ,przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		21
9	Stan obiektu po modernizacji		22
10	Załączniki		23

2. Karta audytu energetycznego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 016	
4.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	291	
6.	Liczba mieszkań	nie dotyczy	
7.	Liczba osób użytkujących budynek	30	
8.	Sposób przygotowania ciepłej wody	sieć ciepła zdalaczynna	
9.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	sieć ciepła zdalaczynna	
10.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	A = m ² V = m ³ A/V=	
11.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed trermomodernizacją	Stan po trermomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna	1,163	0,206
3	Dach	2,419	0,157
6	Drzwi zewnętrzne	3,000	2,000
7	Okno zewnętrzne	2,500	1,300
8	Podłoga na gruncie	0,697	0,716
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania	0,93	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,88	0,95
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
7.	Sprawność całkowita	0,78	0,86
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kratki wentylacyjne	kratki wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1 016	1 016
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	61,28	28,02
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,09	10,47
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	406,13	152,84
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	520,68	160,39
5	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	12,05	11,34
6	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	111,10	41,80
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	142,44	43,87

8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	497,18	127,19
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie	35,69	[zł]
2	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie	12 023,03	[zł]
3	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	12 023,03	[zł]
4	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej rocznie	17,16	[zł]
5	Inne - opłata abonamentowa	0,00	[zł]
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla uzyskania premi termomodernizacyjnej			
	Planowana suma kredytu	100 397,88	[zł]
	Udział środków własnych (50%)	82 143,72	[zł]
	Okres kredytowania	10,00	lata
	Wysokość raty miesięcznej	1 354,37	[zł]
	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	68%	[%]
	Roczna oszczędność kosztów energii	17 662,79	[zł/a]

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1 Ogólne informacje o budynku

Dokumenty projektowe:

- Inwentaryzacja budynku
- Rzuty projektowe budynku

Osoby udzielające informacji:

- inż. Krzysztof Linek

Data wizji lokalnej:

- 10.2009

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną
- Wykonanie wariantu inwestora dotyczącego usprawnienia termomodernizacyjnego
- x Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem
- x Docieplenie stropodachu styropapą
- x Wymiana stolarki okiennej
- x Modernizacja instalacji c.o

Normy i akty prawne użyte w audycie:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43, poz. 346),
- Ustawa z dnia 21. 11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. Nr 223 poz. 1459),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. Nr 201, poz. 1238).
- PN – EN ISO 12831 : 2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN – 82/B – 02403 Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
- PN – 83/B – 03430 / AZ3 2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
- PN – EN ISO 13370 : 2001 Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania
- PN – EN ISO 6946 : 2007 Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Sposób obliczania
- PN – EN ISO 14683 : 2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Ogólne dane o budynku

Własność	Powiat Rybnicki		
Przeznaczenie budynku	Zespół Szkół Specjalnych		
Adres	ul. 3 Maja 42		
	44 - 230 Czerwonka Leszczyny		
Budynek	Warsztaty elektryczne		
Rok budowy	1978	Rok zasiedlenia	1979
Dane techniczne budynku			
1	Powierzchnia zabudowana	[m2]	196
2	Powierzchnia ogrzewana	[m2]	291
3	Kubatura ogrzewanego budynku	[m3]	1 016
4	Budynek podpiwniczony		NIE
5	Liczba kondygnacji		2
6	Wysokość pomieszczeń w świetle	[m]	wg. projektu
7	Liczba osób użytkujących budynek (uśredniona)		30
8	Liczba mieszkań		nie dotyczy
9	Liczba mieszkań o powierzchni < 50m2		nie dotyczy
10	Liczba mieszkań o powierzchni >50m2		nie dotyczy

4.2 Szkic budynku

Szkic usytuowania budynku



4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku:

Budynek Zespołu Szkół spełniający funkcje warsztatów elektrycznych wzniesiony w latach siedemdziesiątych. Obiekt niepodpiwniczony. W jednym z pomieszczeń budynku znajduje się węzeł ciepłowniczy.

Obiekt użytkowany od poniedziałku do piątku w godzinach 7 - 19. Ogrzewanie bez przerw

Ściany Zewnętrzne - wykonane z cegły dziurawki o grubości 42cm obustronnie otynkowane. Stan techniczny dostateczny.

Dach budynku - Dach wykonany w technologii szkieletowej przykryty łatami drewnianymi na których ułożono płyty z eternitu, od wewnętrznej strony dachu sufit podwieszany z kasetonów

Okna - okna drewniane w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła

Drzwi - drzwi drewniane w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła

4.4 Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla instalacji c.o obiektu jest wymiennikownia zasilana z zewnętrznej sieci ciepłowniczej MEGAWAT. W skład wymiennikowni wchodzi wymienniki typu JAD pracujące na potrzeby ogrzewania i c.w.u

Roczny koszt ogrzewania budynku z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT wynosi:

Lp	Pozycja	Jednostka	Wartość
1	Oz - Koszt zmienny	zł / GJ	35,69
2	Om - Koszt stały	zł/MW*m-c	12 023,03
3	Ab - Abonament	zł/m-c	0,00
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby C.O bez uwzględnienia sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym (zgodnie z programem PURMO OZC 4.0)	GJ/a	406,13
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{c=}$	0,78
6	Wskaźnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu	wt	1,00
7	Wskaźnik godzinowych przerw w ogrzewaniu	wd	1,00
8	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby C.O z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym	GJ/a	520,68
9	Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem PURMO OZC 4.0)	MW	0,061
10	Opłata roczna zmienna	zł/rok	18 583,07
11	Opłata roczna stała	zł/rok	8 800,86
12	Abonament	zł/rok	0,00
13	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	27 383,93
14	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/GJ	52,59

Wyniki obliczeń programem PURMO OZC 4.0 przedstawiono poniżej:

Budynek – stan istniejący

1	Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	Qo[W]	61 281,00
2	W tym zapotrzebowanie na moc cieplną dla wentylacji	Qwent[W]	13 825,00
3	Zapotrzebowanie na m2 powierzchni ogrzewanej	Qf[W/m2]	210,70
4	Zapotrzebowanie na m3 kubatury ogrzewanej	Qv[W/m3]	60,30
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Qh[GJ/rok]	406,13
		Qh[kWh/rok]	112 815,00
6	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	EA [MJ/m2*rok]	1396,10
		EA [kWh/m2*rok]	387,80
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	EV [MJ/m3*rok]	399,90
		EV [kWh/m3*rok]	111,10

4.5 Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym										
1.	Typ instalacji	Tradycyjna, typ otwarty										
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 0C										
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu. Zły stan techniczny										
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne										
5.	Ostonięcie grzejników	Nie										
6.	Zawory termostatyczne	Nie										
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	<table border="1"> <tr> <td>$\eta_w =$</td> <td>1,00</td> <td rowspan="4">$\eta_{co} =$</td> <td rowspan="4">0,78</td> </tr> <tr> <td>$\eta_p =$</td> <td>0,93</td> </tr> <tr> <td>$\eta_r =$</td> <td>0,88</td> </tr> <tr> <td>$\eta_e =$</td> <td>0,95</td> </tr> </table>	$\eta_w =$	1,00	$\eta_{co} =$	0,78	$\eta_p =$	0,93	$\eta_r =$	0,88	$\eta_e =$	0,95
$\eta_w =$	1,00	$\eta_{co} =$	0,78									
$\eta_p =$	0,93											
$\eta_r =$	0,88											
$\eta_e =$	0,95											
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/24										
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2008	nie wykonywano										

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda wytwarzana centralnie w węźle ciepłowniczym zlokalizowanym w budynku
2.	Piony i ich izolacja	Założenia do dalszej analizy - Przewody stalowe, nieizolowane, Zły stan techniczny
3.	Opomiarowanie	Licznik ciepła

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	1 016

4.8. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła dla instalacji c.o obiektu jest wymiennikownia zasilana z zewnętrznej sieci ciepłowniczej MEGAWAT. W skład wymiennikowni wchodzi wymienniki typu JAD pracujące na potrzeby ogrzewania.

5. Ocena stanu technicznego budynku

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego				Możliwości i sposoby poprawy
1	Przegrody zewnętrzne:				
	Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej				Należy docieplić przegrody zewnętrzne w budynku . Pożądane wartości U zgodnie z Prawem Budowlanym nie wyższe niż:
	Ściana zewnętrzna	U=	1,163	W/(m ² K)	Ściany zewnętrzne U max = 0,30 W/(m ² K)
	Dach	U=	2,419	W/(m ² K)	Stropodach U max = 0,25 W/(m ² K)
	Podłoga na gruncie	U=	0,697	W/(m ² K)	Podłoga na gruncie U max = 0,45 W/(m ² K)
2	Okna i drzwi:				
	Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej				Należy wymienić stolarkę okienną i drzwi zewnętrzne
	Okna PCV	U=	2,50	W/(m ² K)	Okna U max = 1,8 W/(m ² K)
	Drzwi zewnętrzne	U=	3,00	W/(m ² K)	Drzwi zewnętrzne U max = 2,6 W/(m ² K)
3	Wentylacja:				
	Wentylacja grawitacyjna, nie stwierdza się za małego przewietrzania. Wysokie zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego				Możliwe obniżenie zużycia ciepła np.: Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej wraz z rekuperacją,
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej:				
	Instalacja i armatura typu tradycyjnego w złym stanie technicznym. Ciepła woda użytkowa z sieci ciepłej poprzez wymiennik ciepła				Możliwe obniżenie kosztów ogrzania c.w.u poprzez wymianę i izolację instalacji c.w.u
5	Instalacja grzewcza:				
	Instalacja w złym stanie technicznym, brak zaworów termostatycznych, duża bezwładność instalacji				Wymiana wymienników ciepła, przebudowa instalacji c.o

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

Lp.	Rodzaje usprawnień lub przedsięwzięć	
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	Ocieplenie ścian – metoda lekka mokra (styropian) Docieplenie podłogi na gruncie (styropian) Docieplenie stropodachu (styropapa) Wymiana okien i drzwi zewnętrznych
2	Zmniejszenie strat poprzez wzrost sprawności instalacji C.W.U	Wymiana instalacji c.w.u łącznie z urządzeniami towarzyszącymi
3	Zmniejszenie strat poprzez wzrost sprawności instalacji C.O	Wymiana wymienników ciepła oraz modernizacja instalacji c.o w budynku wraz z termoregulacją

7. Określenie Optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Rodzaje usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	Ocieplenie ścian – metoda lekka mokra (styropian) Docieplenie podłogi na gruncie (styropian) Docieplenie stropodachu (styropapa) Wymiana okien i drzwi zewnętrznych
Zmniejszenie strat poprzez wzrost sprawności instalacji C.W.U	Wymiana instalacji c.w.u łącznie z urządzeniami towarzyszącymi

7.2 Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- określenie optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w p.7.1 dot. zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- wybór optymalnych usprawnień wymienionych w p.7.1 dot. zmniejszenia zapotrzebowania na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

t_{w0}	20	°C
t_{z0}	-20	°C
S_d	3798	Dzień*K*a
O_m	12 023,03	zł/m-c
O_z	35,69	zł/GJ
Koszt jednostkowy ogrzewania w sezonie standardowym	52,59	zł/GJ

t_{w0} – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z PN dotycząca temperatur ogrzewanych pomieszczeń

t_{z0} – Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z PN dotycząca temperatur obliczeniowych zewnętrznych

S_d – liczba stopniodni

O_m – opłata stała – miesięczny koszt obsługi, abonament

O_z – Opłata za zużycie 1GJ

7.3.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku		PRZEGRODA:																
		Ściana zewnętrzna																
Stan istniejący:		Algorytm optymalizacji:																
U ₀ = 2,419 [W/(m ² *K)]		ΔR = d/λ [m ² *K/W]																
Dodatkowa izolacja: λ= 0,040 [W/(m*K)] (materiał styropian)		Powierzchnia obliczeniowa F = 400m ²																
		SPBT = Nu/ΔQr																
Lp.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej w cm	ΔR [m ² *K/W]	U [W/(m ² *K)]	ΔU [W/(m ² *K)]	Nu [zł/m ²]	SPBT [lat]												
1	10	2,50	0,298	2,121	121,46	7,83												
2	12	3,00	0,259	2,16	141,15	8,86												
3	16	4,00	0,206	2,213	185,05	11,22												
<p>Uwagi: Koszty wykonania usprawnienia termomodernizacyjnego przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm wykonawczych</p> <p>Koszt realizacji wybranego usprawnienia:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Powierzchnia przegrody do ocieplenia [m²]</th> <th>Cena jednostkowa [PLN]</th> <th>Wartość [PLN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>121,46</td> <td>48 584,00</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>141,15</td> <td>56 460,00</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>185,05</td> <td>74 020,00</td> </tr> </tbody> </table>							Powierzchnia przegrody do ocieplenia [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]	400	121,46	48 584,00	400	141,15	56 460,00	400	185,05	74 020,00
Powierzchnia przegrody do ocieplenia [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]																
400	121,46	48 584,00																
400	141,15	56 460,00																
400	185,05	74 020,00																
		Q [GJ]	ΔQ1 [GJ]	q [W]	Δq1 [W]	Qr [zł/a]	ΔQr [zł/a]											
Stan istniejący																		
Grubość izolacji	133,83		18872		7499,18													
Po termomodernizacji																		
10	34,16	99,67	6156	12716	1293,18	6206,00												
12	29,72	104,11	5589	13283	1127,90	6371,28												
16	23,58	110,25	4804	14068	899,33	6599,85												
<p>Wartości Q, Q1, q, q1 zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0</p> <p>Najbardziej optymalnym wariantem biorąc pod uwagę efekt ekonomiczny oraz warunek normowy dla ścian zewnętrznych jest wariant nr 1 zakładający docieplenie ściany styropianem o grubości 12cm</p> <p>UWAGA:</p> <p>Wariant Inwestora przewiduje docieplenie ścian styropianem grubości 16cm</p>																		
Wariant	2	Koszt usprawnienia	56 460,00	SPBT	8,86													

7.3.5 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku		PRZEGRODA:																
		Podłoga na gruncie																
Stan istniejący:		Algorytm optymalizacji:																
U ₀ = 0,697 [W/(m ² *K)]		ΔR = d/λ [m ² *K/W]																
Dodatkowa izolacja: λ= 0,040 [W/(m*K)] (materiał styropian)		SPBT = Nu/ΔQr																
Lp.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej w cm	ΔR [m ² *K/W]	U [W/(m ² *K)]	ΔU [W/(m ² *K)]	Nu [zł/m ²]	SPBT [lat]												
1	5	1,25	0,372	0,325	85,00	30												
2	8	2,00	0,291	0,406	110,00	35												
3	10	2,50	0,254	0,443	125,00	38												
<p>Uwagi: Koszty wykonania usprawnienia termomodernizacyjnego przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm wykonawczych,</p> <p>Koszt realizacji wybranego usprawnienia:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Powierzchnia przegrody [m²]</th> <th>Cena jednostkowa [PLN]</th> <th>Wartość [PLN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>148</td> <td>85,00</td> <td>12 580,00</td> </tr> <tr> <td>148</td> <td>110,00</td> <td>16 280,00</td> </tr> <tr> <td>148</td> <td>125,00</td> <td>18 500,00</td> </tr> </tbody> </table>							Powierzchnia przegrody [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]	148	85,00	12 580,00	148	110,00	16 280,00	148	125,00	18 500,00
Powierzchnia przegrody [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]																
148	85,00	12 580,00																
148	110,00	16 280,00																
148	125,00	18 500,00																
		Q [GJ]	ΔQ1 [GJ]	q [W]	Δq1 [W]	Qr [zł/a]	ΔQr [zł/a]											
Stan istniejący																		
Grubość izolacji	25,21		1548		1123,08													
Po termomodernizacji																		
5	19,33	5,88	827	721	699,83	423,25												
8	18,09	7,12	647	901	653,41	469,67												
10	17,52	7,69	565	983	632,08	491,00												
<p>Wartości Q, Q1, q, q1 zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0</p> <p>Żaden z wariantów nie spełnia warunków ekonomicznych przedsięwzięcia dlatego w dalszej części analizy nie będzie brany pod uwagę.</p>																		

7.3.7 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku		PRZEGRODA:																	
		Dach																	
Stan istniejący:		Algorytm optymalizacji:																	
U ₀ = 3,219 [W/(m ² *K)]		ΔR = d/λ [m ² *K/W]																	
Dodatkowa izolacja: λ= 0,042 [W/(m*K)] (materiał wełna mineralna)		SPBT = Nu/ΔQr																	
Lp.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej w cm	ΔR [m ² *K/W]	U [W/(m ² *K)]	ΔU [W/(m ² *K)]	Nu [zł/m ²]	SPBT [lat]													
1	15	3,57	0,251	2,968	95,55	2,4													
2	20	4,76	0,193	3,026	105,12	2,6													
3	25	5,95	0,157	3,062	118,25	2,9													
<p>Uwagi: Koszty wykonania usprawnienia termomodernizacyjnego przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm wykonawczych</p> <p>Koszt realizacji wybranego usprawnienia:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Powierzchnia przegrody [m²]</th> <th>Cena jednostkowa [PLN]</th> <th>Wartość [PLN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>180</td> <td>95,55</td> <td>17 199,00</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>105,12</td> <td>18 921,60</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>118,25</td> <td>21 285,00</td> </tr> </tbody> </table>							Powierzchnia przegrody [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]	180	95,55	17 199,00	180	105,12	18 921,60	180	118,25	21 285,00	
Powierzchnia przegrody [m ²]	Cena jednostkowa [PLN]	Wartość [PLN]																	
180	95,55	17 199,00																	
180	105,12	18 921,60																	
180	118,25	21 285,00																	
		Q [GJ]	ΔQ1 [GJ]	q [W]	Δq1 [W]	Qr [zł/a]	ΔQr [zł/a]												
Stan istniejący																			
Grubość izolacji		138,91		18261		7592,33													
Po termomodernizacji																			
15		14,41	124,50	2851	15410	548,57	7043,76												
20		11,10	127,81	2440	15821	425,50	7166,83												
25		9,02	129,89	2183	16078	348,17	7244,16												
<p>Wartości Q, Q1, q, q1 zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0</p> <p>Najbardziej optymalnym wariantem biorąc pod uwagę warunek normy dla dachów i stropodachów jest wariant nr 2 zakładający docieplenie dachu nad budynkiem styropapą grubości 20cm</p> <p>Powierzchnia przegrody obliczana w świetle ścian</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wariant</th> <th></th> <th>Koszt usprawnienia</th> <th>18 921,60</th> <th>SPBT</th> <th>2,60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Wariant		Koszt usprawnienia	18 921,60	SPBT	2,60	2					
Wariant		Koszt usprawnienia	18 921,60	SPBT	2,60														
2																			

7.3.12 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku oraz poprzez infiltracje				PRZEGRODA:		
Stan istniejący:				Stolarka okienna, drzwiowa		
Alqorytm optymalizacji:				SPBT = Nu/ ΔQ_r		
$U_{0kno} = 2,50$ [W/(m ² *K)]						
$U_{0drzwi} = 3,00$ [W/(m ² *K)]						
$U_{1kno} = 1,30$ [W/(m ² *K)]						
$U_{1drzwi} = 2,00$ [W/(m ² *K)]						
Lp	Obliczenia	Jednostka	Stan istniejący	Okna PCV	Drzwi PCV	Okna i drzwi PCV
1	Wariant			1	2	3
3	Powierzchnia okien i ścian przeszklonych Aok	m ²	49	49		106
4	Powierzchnia drzwi zew. Adrzwi	m ²	12		12	12
5	Zapotrzebowanie na ciepło Q (okna i drzwi)	GJ/a	47,20	19,12	6,95	26,07
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną [q] (okna i drzwi)	MW	0,00694	0,00319	0,00105	0,00
9	Roczny koszt Q _r	zł/a	1 767,99	1 047,26	1 507,32	837,55
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_r = \Delta q_{rok} + \Delta q_w$	zł/a		720,73	260,67	930,44
11	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		19 600	7 200	26 800
12	SPBT	lata		27	28	29
Koszt wymiany okien - 49m ² x 400zł/m ²			kpl	19 600,00		
Koszt wymiany drzwi - 12m ² x 600zł/m ²			kpl	7 200,00		
Wartości Q, Q ₁ , q, q ₁ zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0						
UWAGA:						
Inwestor przewiduje wykonanie robót objętych modernizacją zgodnie z wariantem nr 1						
Wariant	1	Koszt usprawnienia	19 600,00	SPBT	27,00	

7.3.12 Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej				
Stan istniejący:	$Q_{c.w.u} =$	12,05	GJ	SPBT = Nu/ ΔQ_r
	$q_{c.w.u} =$	0,0021	MW	
	$Q_r =$	1 082,00	zł/a	
Opis usprawnienia:				
Usprawnienie obejmuje wymianę aktualnego źródła ciepła oraz kompleksowa modernizacja instalacji c.w.u polegająca na wymianie przewodów doprowadzających wodę, wymianie zaworów oraz baterii, wymiana wodomierza				
Lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie c.w.u	GJ/a	12,05	11,34
2	Zapotrzebowanie na moc	MW	0,00	0,00
	η_w - sprawność wytworzenia		0,95	0,95
	η_p - sprawność przesyłu, akumulacji, wykorzystania		0,80	0,85
3	Koszt przygotowania c.w.u	zł/a	1 082,00	1 039,00
4	Oszczędność	zł/a		43,00
5	Koszt modernizacji	zł		12 300,00
6	SPBT	lata		286
Lp	Opis	Jednostka		Wartość
1	Wymiana przewodów doprowadzających wodę	m	komplet	10 000,00
2	Wymiana zaworów	szt	komplet	500,00
3	Wymiana baterii - armatura zblizeniowa	szt	komplet	1 500,00
4	Wymiana Wodomierza	szt	komplet	300,00
			SUMA	12 300,00

UWAGA:

Biorąc pod uwagę koszt wykonania usprawnienia i długi okres zwrotu nakładów nie jest zasadna modernizacja instalacji c.w.u w podanym zakresie.

Szczegółową kalkulację zawiera załącznik nr 4

Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT z uwzględnieniem usprawnień mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie i infiltrację			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT [lata]
1	Ocieplenie stropodachu	18 921,60	2,60
2	Ocieplenie ścian budynku	56 460,00	8,86
3	Ocieplenie ścian budynku - Inwestor	74 020,00	11,22
4	Wymiana okien zewnętrznych - Inwestor	19 600,00	27,00
5	Podłoga na gruncie	16 280,00	30,00
6	Modernizacja c.w.u	12 300,00	286,00

7.4 Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a). wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych, poprawiających sprawność systemu ogrzewania
- b). zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazaniem usprawnień
- c.) wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu grzewczego

7.4.1 Współczynniki Sprawności przed usprawnieniem			
Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w =$	1,00
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p =$	0,93
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r =$	0,88
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,78
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00

7.4.2 Zestawienie usprawnień systemu grzewczego ich kosztów i efektów					
Lp.	Rodzaj usprawnień	Podstawa wyceny	Liczba jednostek	Koszt	Zmienione współczynniki sprawności
				[zł]	
1	Wymiana wymienników ciepła		Komplet	20 000,00	$\eta_w =$ 1
2	Montaż i demontaż starej instalacji c.o (rury, grzejniki, zawory itp.) wraz z robotami elektrycznymi oraz ogólnobudowlanymi	Analiza cen rynkowych	Komplet	40 000,00	$\eta_p =$ 0,95 $\eta_e =$ 0,95
3	Montaż zaworów termostatycznych z głowicami, automatyka pogodowa	Analiza cen rynkowych	Komplet	10 000,00	$\eta_r =$ 0,95

7.4.3 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania								
Stan istniejący:	$Q_{0co} =$		406,13	[GJ]	SPBT = Nu/ΔQr Qrco = 18.583,07 zł/a			
	$q_o =$		61,28	[kW]				
	$\eta_o =$		0,78					
	$w_{t0} =$		1					
	$w_{d0} =$		1					
Lp.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)		η_1		Q_1	ΔQ_{rco}	N_{co}	SPBT
					GJ/a	[zł/rok]	[zł]	[lat]
0	Stan istniejący				520,68			
1	Montaż nowych wymienników ciepła		0,78		520,68	0,00	20 000,00	
	$\eta_w =$	1						
2	Wymiana instalacji c.o (rury, grzejniki, zawory itp.)		0,79		514,09	235,20	40 000,00	170,1
	$\eta_p =$	0,95						
	$\eta_e =$	0,95						
3	Montaż zaworów termostatycznych z głowicami		0,84		436,35	3 009,74	10 000,00	3,3
	$\eta_r =$	0,95						
4	Montaż nowych wymienników ciepła. Wymiana instalacji c.o (rury, grzejniki, zawory itp.) Montaż zaworów termostatycznych z głowicami		0,86		426,20	3 371,99	70 000,00	20,8
	$\eta_w =$	1						
	$\eta_p =$	0,95						
	$\eta_r =$	0,95						
	$\eta_e =$	0,95						
Uwagi: Koszty wykonania usprawnienia termomodernizacyjnego przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm wykonawczych Wartości Q, q zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0 UWAGA: Biorąc pod uwagę zalecenie Inwestora do dalszych kalkulacji zostanie przyjęte usprawnienie nr 4								
Wariant	4		Koszt usprawnienia	70 000,00	SPBT	21		

7.4.4 Współczynniki Sprawności po usprawnieniu			
Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w =$	1,00
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p =$	0,95
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r =$	0,95
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,86
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,95
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95

7.5 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.5.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Nr wariantu	Zakres
Inwestor	Modernizacja C.O, Docieplenie dachu (wełna mineralna gr.20cm) Docieplenie ścian zewnętrznych (styropian gr.16cm), Wymiana okien
2	Modernizacja C.O, Docieplenie dachu (wełna mineralna gr.20cm) Docieplenie ścian zewnętrznych (styropian gr.12cm), Wymiana okien
3	Modernizacja C.O, Docieplenie dachu (wełna mineralna gr.20cm) Docieplenie ścian zewnętrznych (styropian gr.12cm)
4	Modernizacja C.O, Docieplenie dachu (wełna mineralna gr.20cm)
5	Modernizacja C.O

7.5.2 Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego																	
O_{mf}	12 023,03	zł/m-c	O_{mf}	12 023,03	zł/m-c						$Q0 = wf0 \times wd0 \times Q0co/\eta_c + Q0c.w.u = 532,73 \text{ GJ/a}$ $Q0r = [Qz \times Q_{rco} + Q_{rcwu}] + [Qm \times q_{pco} + q_{pcwu}] \times 12 = 19\,013,13 \text{ zł/a} + 9\,147,12 \text{ zł/a}$ $= 28\,160,25 \text{ zł/a}$						
O_{zco}	35,69	zł/GJ	O_{zico}	35,69	zł/GJ												
O_{zowu}	35,69	zł/GJ	O_{zicwu}	35,69	zł/GJ												
Q_{jco}	406,13	GJ															
Q_{jowu}	12,05	GJ															
q_{Cj}	0,06128	MW															
q_{cwu}	0,0021	MW															
η_o	0,78	$\eta_1 =$	0,86														
w_{t0}	1,00	$w_{t1} =$	0,95														
w_{d0}	1,00	$w_{d1} =$	0,95														
Wariant	Q_{1co}	[GJ]	η_1	Q_{1cwu}	[GJ]	q_1	[kW]	q_{cwu}	[kW]	Q_{1r}	[zł]	ΔQ_r	[zł]	N	[zł]	SPBT	[lata]
1	2		3	4	5	6				7	10			11		12	
1 Inwestora	152,84		0,85 0,75 0,93	12,05	172,45	0,0301	0,0021	0,0021	4 342,72	17 662,79	182 541,60			10,3			
2	158,90		0,85 0,75 0,93	12,05	178,81	0,0311	0,0021	0,0021	4 486,99	17 291,53	164 981,60			9,5			
3	176,21		0,85 0,75 0,93	12,05	196,97	0,0331	0,0021	0,0021	4 775,55	16 354,84	145 381,60			8,9			
4	280,89		0,85 0,75 0,93	12,05	306,82	0,0471	0,0021	0,0021	6 795,42	10 414,42	88 921,60			8,5			
5	406,13		0,92 1,00 0,95	12,05	438,25	0,0631	0,0021	0,0021	9 103,84	3 700,13	70 000,00			19			

Uwaga:

Wartości Q1, q1 zostały obliczone programem PURMO OZC 4.0

Najbardziej optymalny biorąc pod uwagę czas zwrotu inwestycji oraz wprowadzone zmiany jest wariant nr 4

7.5.3 Ocena wariantowych przedsięwzięć termomodernizacyjnych							
Lp.	Oszczędność kosztów	Koszt modernizacji	Oszczędność zapotrzebowania ciepła	SPBT	Wysokość środków własnych [%]	Kredyt [%]	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła a miesięczną ratą kredytu + odsetki
	[zł/a]	[zł]	[%]	lata	[zł] 45,00%	[zł] 55,00%	[zł/m-c]
1	17 662,79	182 541,60	68%	10,33	82 143,72	100 397,88	117,53
					40,00%	60,00%	
2	17 291,53	164 981,60	66%	9,54	65 992,64	98 988,96	105,60
					35,00%	65,00%	
3	16 354,84	145 381,60	63%	8,89	50 883,56	94 498,04	88,12
					30,00%	70,00%	
4	10 414,42	88 921,60	42%	8,54	26 676,48	62 245,12	28,18
					70,00%	30,00%	
5	3 700,13	70 000,00	18%	18,92	49 000,00	21 000,00	25,05

Uwagi:

Obliczanie raty kapitałowej wraz z odsetkami (A) od 80% kwoty kredytu / pożyczki (S)

gdzie:

$$A = S \times q^m \times \frac{q - 1}{q^m - 1} = \quad q = 1 + \frac{r}{12} =$$

r = 7,09% + 1M WIBOR – roczna stopa procentowa kredytu preferencyjnego ze środków WFOŚiGW – BOŚ Bank (10,49%)

m – maksymalny okres spłaty kredytu równy 120 miesięcy

S – kwota kredytu / pożyczki nie większa niż 80% planowanych kosztów całkowitych

Wariant Inwestora nr1 spełnia wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów przy udziale własnym Inwestora w wysokości 40%

7.5.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Żaden z przedstawionych wariantów nie spełnia warunków ustawowych dodatniej różnicy między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła a miesięczną ratą kredytu + odsetki przy założeniu udziału własnym Inwestora w wysokości 20% wartości inwestycji.

Zgodnie z zaleceniami Inwestora zastosowany zostanie wariant nr1

- Docieplenie dachu wełną mineralną gr.20cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem gr. 16cm
- Wymiana okien zewnętrznych
- Modernizacja instalacji c.o

1.	Oszczędność zapotrzebowania na ciepło wyniesie	68,00%
2.	Czas zwrotu inwestycji SPBT	10
3.	Opłacalność Inwestycji przy założeniu środków własnych Inwestora 50% przewidywanych kosztów całkowitych	17 662,79
4.	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła a miesięczną ratą kredytu + odsetki wynosi 117,53 zł czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżącej oszczędności kosztów ciepła	

8. Opis techniczny wariantu inwestora , przedsięwzięcia

- Docieplenie dachu wełną mineralną gr.20cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem gr. 16cm
- Wymiana okien zewnętrznych
- Modernizacja instalacji c.o

Przy wyliczaniu kosztów ocieplenia ścian styropianem wykorzystano materiały i informacje systemu dociepleń STOMIX THERM® ALFA

1. Masa klejowa Alfa FIX® S2 (warstwa izolacyjna)
2. Masa klejowa Alfa FIX® S1 (warstwa zbrojona)
3. Farba podkładowa HC-4 baza 100
4. Tynk akrylowy Beta DEKOR® AF 15
5. Siatka zbrojeniowa VT-1 VERTEX
6. Styropian Dom-Styr EPS 70/120
7. Kołek ŁTX 8x175

Wszystkie produkty firmy STOMIX® zabezpieczone są standardowo przed biodegradacją (wtórny rozwój grzybów i mchów).

Suche zaprawy klejowe AlfaFIX® S2 (do klejenia styropianu i wełny mineralnej) oraz klejowo-szpachlowe AlfaFIX® S1 (do zatapiania siatki) nie zawierają w swym składzie wapna (masy polimer-cementowe).

8.1 Dalsze działania Inwestora

- 1 Wykonanie projektów modernizacyjnych
- 2 Zawarcie umowy z wykonawcą robót
- 3 Realizacja robót i odbiór techniczny
- 4 Ocena rezultatów przedsięwzięcia

8.2 Charakterystyka finansowa dla audytu energetycznego

Kalkulowany koszt robót	182 541,60 zł
Udział środków własnych	82 143,72 zł
Kredyt	100 397,88 zł
Wielkość raty miesięcznej $r= 10,49\%$	1 354,37 zł

9. Stan obiektu po modernizacji

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:
 Budynek – stan po modernizacji

1	Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	$Q_o[W]$	28 017,00
2	W tym zapotrzebowanie na moc cieplną dla wentylacji	$Q_{went}[W]$	13 825,00
3	Zapotrzebowanie na m ² powierzchni ogrzewanej	$Q_f[W/m^2]$	96,30
4	Zapotrzebowanie na m ³ kubatury ogrzewanej	$Q_v[W/m^3]$	27,60
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	$Q_h[GJ/rok]$	152,84
		$Q_h[kWh/rok]$	42 454,00
6	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$EA [MJ/m^2*rok]$	525,40
		$EA [kWh/m^2*rok]$	145,90
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$EV [MJ/m^3*rok]$	150,50
		$EV [kWh/m^3*rok]$	41,80

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- 1 Zestawienie przegród budowlanych w stanie istniejącym
- 2 Komputerowe obliczenia zapotrzebowania ciepła dla budynku w stanie istniejącym programem OZC PURMO 4.0
- 3 Komputerowe obliczenia zapotrzebowania ciepła dla budynku po termomodernizacji programem OZC PURMO
- 4 Obliczanie zapotrzebowania energii na ogrzanie c.w.u

ZAŁĄCZNIK NR 1

ZESTAWIENIE PRZEGRÓD BUDOWLANYCH W STANIE ISTNIEJĄCYM

Wyniki - Zestawienie przegród w stanie istniejącym

Opis	d	Ri	Re	R	U	ΦT	Gls	gG(TR)	A	AGI	QT	Qsw	Qproc
	m	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	W	%		m ²	m ²	GJ/rok	GJ/rok	%
Dach	1,060	0,100	0,040	0,413	2,419	18261			179,75		138,91		40,2
Drzwi zewnętrzne					3,000	1505	0,0		12,00	0,00	10,43		3,0
Okno (świetlik) zewnętrzne					2,500	5434	70,0	0,75	48,36	33,85	36,77	22,36	10,7
Podłoga na gruncie	0,500	0,500		1,436	0,697	1548			147,36		25,21		7,3
Ściana wewnętrzna	0,250	0,130	0,130	0,663	1,508	0			13,10		0,00		0,0
Ściana zewnętrzna	0,430	0,130	0,040	0,860	1,163	18872			378,91		133,83		38,8

ZAŁĄCZNIK NR 2

KOMPUTEROWE OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA DLA BUDYNKU W STANIE ISTNIEJĄCYCH PROGRAMEM OZC PURMO

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zespół Szkół zawodowych	
	Warsztaty elektryczne	
Miejscowość:	Czerwonka Leszczyny	
Adres:	ul. 3 Maja 42	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-B-02025	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_{e} :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Stacja aktynometryczna:	Chorzów	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_h :	290,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_h :	1015,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ	47456	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	13825	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	61281	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	61281	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	105,4	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1015,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta!$	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię E:		
Wariant obliczeń:	Obliczaj tylko dla całego budynku	
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Stacja aktynometryczna:	Chorzów	
Liczba mieszkańców budynku:	30	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q	406,13	GJ/rok
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q	112815	kWh/rok
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EA:	1396,1	MJ/∩m ² ·rok
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EA:	387,8	kWh/∩m ² ·rok
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EV:	399,9	MJ/∩m ³ ·rok
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EV:	111,1	kWh/∩m ³ ·rok

Wyniki - Bilans zużycia energii cieplnej

Miesiąc	Nd	Tem, m °C	Qz GJ/rok	Qw GJ/rok	Qg GJ/rok	Qa GJ/rok	η	Qsw GJ/rok	Qi GJ/rok	Qh GJ/rok
Wrzesień	5	13,1	2,65	0,00	0,21	0,85	0,955	0,69	0,51	2,57
Październik	31	8,4	29,45	0,00	1,93	9,64	0,998	3,17	3,16	34,70
Listopad	30	3,6	41,34	0,00	2,71	13,66	1,000	1,48	3,06	53,17
Grudzień	31	-0,5	54,06	0,00	3,67	17,93	1,000	1,31	3,16	71,18
Styczeń	31	-2,8	60,42	0,00	4,30	20,07	1,000	1,95	3,16	79,68
Luty	28	-1,5	51,32	0,00	4,09	17,03	1,000	3,07	2,85	66,52
Marzec	31	2,1	46,87	0,00	4,30	15,51	1,000	4,69	3,16	58,83
Kwiecień	30	7,5	30,91	0,00	3,55	10,14	0,996	4,88	3,06	36,69
Maj	5	12,5	2,92	0,00	0,45	0,94	0,929	1,12	0,51	2,80
W sezonie	222	2,9	319,94	0,00	25,21	105,77	0,995	22,36	22,63	406,13

Wyniki - Zestawienie strat energii cieplnej

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	10,43	2898	2,3
Okno (światlik) zewnętrzne	36,77	10215	8,2
Dach	138,91	38585	30,8
Podłoga na gruncie	25,21	7003	5,6
Ściana zewnętrzna	133,83	37174	29,7
Ciepło na wentylację	105,77	29381	23,5
Razem	450,92	125255	100,0

Wyniki - Zestawienie zysków energii cieplnej

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	22,36	6211	49,7
Zyski od ludzi	8,63	2398	19,2
Zyski od ciepłej wody	10,55	2930	23,4
Zyski od gotowania	0,00	0	0,0
Zyski od oświetlenia	2,3	639	5,1
Zyski od urządzeń elektrycznych	1,15	320	2,6
Razem	44,99	12498	100

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A	V	Φ_{HL}	Vmin	n	θ_v	Φ_V	HT	HV	fh	Φ	$\phi_{HL,V}$	$\Phi_{HL,C}$
	°C	m ²	m ³	W	m ³ /h	1/h	°C	W	W/K	W/K		W	W/m ³	W
Pomieszczenia 1 - parter	18,0	36,34	227,5	17458	227,5	1,0	-20,0	2939	322,15	77,35	1,15	17458	76,7	17458
pomieszczenia 2 - parter	18,0	112,87	366,8	12618	366,8	1,0	-20,0	4739	207,34	124,72	1,00	12618	34,4	12618
Pomieszczenia 2 - parter	18,0	11,01	35,8	2283	35,8	1,0	-20,0	462	47,90	12,17	1,00	2283	63,8	2283
Pomieszczenia - piętro	18,0	130,69	385,5	28922	385,5	1,0	-20,0	5243	591,98	131,08	1,00	28922	75,0	28922

ZAŁĄCZNIK NR 3

KOMPUTEROWE OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA DLA BUDYNKU PO TERMOMODERNIZACJI PROGRAMEM OZC PURMO

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zespół Szkół Zawodowych	
	Warsztaty elektryczne - po modernizacji	
Miejscowość:	Czerwotka Leszczyny	
Adres:	ul. 3 Maja 42	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-B-02025	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Stacja aktynometryczna:	Chorzów	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_h :	290,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_h :	1015,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ :	14192	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	13825	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	28017	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Wyniki obliczeń wentylacji:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	105,4	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1015,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta!$:	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię E:		
Wariant obliczeń:	Obliczaj tylko dla całego budynku	
Stacja meteorologiczna:	Katowice	
Stacja aktynometryczna:	Chorzów	
Liczba mieszkańców budynku:	30	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q :	152,84	GJ/rok
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q :	42454	kWh/rok
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EA:	525,4	MJ/∩m ² ·rok [∩]
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EA:	145,9	kWh/∩m ² ·rok [∩]
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EV:	150,5	MJ/∩m ³ ·rok [∩]
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EV:	41,8	kWh/∩m ³ ·rok [∩]

Wyniki - Zestawienie przegród - po modernizacji

Opis	d	Ri	Re	R	U	ΦT	Gis	$\gamma_{G,TR}$	A	AGI	QT
	m	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	W	%		m ²	m ²	GJ/rok
Dach	1,260	0,100	0,040	5,175	0,193	2504			184,49		11,39
Drzwi zewnętrzne					3,000	1505	0,0		12,00	0,00	10,43
Okno (świetlik) zewnętrzne					1,300	3186	70,0	0,75	48,36	33,85	19,12
Podłoga na gruncie	0,500	0,500		1,436	0,697	1497			142,50		25,05
Ściana wewnętrzna	0,250	0,130	0,130	0,663	1,508	0			13,10		0,00
Ściana zewnętrzna	0,590	0,130	0,040	4,860	0,206	4891			383,08		23,96

Wyniki - Bilans zużycia energii cieplnej

Miesiąc	Nd	Tem.m °C	Qz GJ/rok	Qw GJ/rok	Qg GJ/rok	Qa GJ/rok	η	Qsw GJ/rok	Qi GJ/rok	Qh GJ/rok
Wrzesień	5	13,1	0,52	0,00	0,20	0,85	0,731	0,69	0,51	0,70
Październik	31	8,4	5,92	0,00	1,90	9,64	0,937	3,17	3,16	11,53
Listopad	30	3,6	8,38	0,00	2,68	13,66	0,996	1,48	3,06	20,20
Grudzień	31	-0,5	11,00	0,00	3,64	17,93	0,999	1,31	3,16	28,11
Styczeń	31	-2,8	12,32	0,00	4,28	20,07	0,999	1,95	3,16	31,57
Luty	28	-1,5	10,45	0,00	4,08	17,03	0,995	3,07	2,85	25,67
Marzec	31	2,1	9,52	0,00	4,28	15,51	0,976	4,69	3,16	21,65
Kwiecień	30	7,5	6,22	0,00	3,53	10,14	0,918	4,88	3,06	12,60
Maj	5	12,5	0,58	0,00	0,45	0,94	0,700	1,12	0,51	0,82
W sezonie	222	2,9	64,90	0,00	25,05	105,77	0,953	22,36	22,63	152,84

Wyniki - Zestawienie strat energii cieplnej

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	10,43	2898	5,3
Okno (świetlik) zewnętrzne	19,12	5312	9,8
Dach	11,39	3163	5,8
Podłoga na gruncie	25,05	6959	12,8
Ściana zewnętrzna	23,96	6657	12,2
Ciepło na wentylację	105,77	29381	54,0
Razem	195,72	54368	100,0

Wyniki - Zestawienie zysków energii cieplnej

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	22	6211,0	49,7
Zyski od ludzi	9	2398,0	19,2
Zyski od ciepłej wody	11	2930,0	23,4
Zyski od gotowania	0	0,0	0
Zyski od oświetlenia	2	639,0	5,1
Zyski od urządzeń elektrycznych	1	320,0	2,6
Razem	45	12498,0	100

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	θ_{int} °C	A m ²	V m ³	Φ_{HL} W	H _i m	n ₅₀ 1/h	n _{min} 1/h	V _{min} m ³ /h	V _{infv} m ³ /h	n 1/h	V _v m ³ /h	θ_v °C	Φ_T W	Φ_V W	HT W/K
Pomieszczenia 1 - parter	18,0	36,34	227,5	8054	6,26	3,5	1,00	227,5	47,8	1,0	227,5	-20,0	4064	2939	106,96
pomieszczenia 2 - parter	18,0	112,87	366,8	8338	3,25	3,5	1,00	366,8	77,0	1,0	366,8	-20,0	3599	4739	94,70
Pomieszczenia 2 - parter	18,0	11,01	35,8	1093	3,25	3,5	1,00	35,8	5,0	1,0	35,8	-20,0	630	462	16,59
Pomieszczenia - piętro	18,0	130,69	385,5	10532	2,95	3,5	1,00	385,5	81,0	1,0	385,5	-20,0	5289	5243	132,22

ZAŁĄCZNIK NR 4

OBLICZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO I MOC CIEPLNĄ NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ W STANIE ISTNIEJĄCYM I PO MODERNIZACJI

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym				
1	Liczba użytkowników	$OS =$	30	osób
2	Sprawność wytwarzania	η_w	0,95	
3	Sprawność przesyłu, akumulacji, wykorzystania	η_p	0,8	
4	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} =$	0,004	m^3/d
5	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,12	m^3/d
6	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 12 =$	0,010	m^3/h
7	Zużycie ciepła na ogrzanie 1m3 wody netto:	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) =$	0,209	GJ/m3
8	Zużycie ciepła na ogrzanie 1m3 wody brutto:	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) / \eta_k * \eta_p =$	0,275	GJ/m3
9	Max. moc cieplna netto	$\Phi = V_{hsred} * Q_{cwj} * N_h * 278 =$	1,59	kW
10	Max. moc cieplna brutto	$\Phi = V_{hsred} * Q_{cwj} * N_h * 278 =$	2,09	kW
11	Roczne zużycie cwu netto	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 * Q_{cwj} =$	9,15	GJ
12	Roczne zużycie cwu brutto	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 * Q_{cwj} =$	12,05	GJ
13	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	732	zł
14	Koszt nośnika	$V_{cw} * 365 * 8zł/m^3 =$	350	zł
15	Sumaryczny koszt roczny cwu		1 082	zł
16	Średni koszt podgrzania 1 m ³ cwu		24,70	zł/m ³

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po modernizacji				
1	Liczba użytkowników	$OS =$	30	osób
2	Sprawność wytwarzania	η_w	0,95	
3	Sprawność przesyłu, akumulacji, wykorzystania	η_p	0,85	
4	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika (1*)	$V_{OS} =$	0,004	m^3/d
5	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,12	m^3/d
6	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 12 =$	0,010	m^3/h
7	Zużycie ciepła na ogrzanie 1m3 wody netto:	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) =$	0,209	GJ/m3
8	Zużycie ciepła na ogrzanie 1m3 wody brutto:	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) / \eta_k * \eta_p =$	0,259	GJ/m3
9	Max. moc cieplna netto	$\Phi = V_{hsred} * Q_{cwj} * N_h * 278 =$	1,59	kW
10	Max. moc cieplna brutto	$\Phi = V_{hsred} * Q_{cwj} * N_h * 278 =$	1,97	kW
11	Roczne zużycie cwu netto	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 * Q_{cwj} =$	9,15	GJ
12	Roczne zużycie cwu brutto	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 * Q_{cwj} =$	11,34	GJ
13	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	689	zł
14	Koszt nośnika	$V_{cw} * 365 * 8zł/m^3 =$	350	zł
15	Sumaryczny koszt roczny cwu		1 039	zł
16	Średni koszt podgrzania 1 m ³ cwu		23,72	zł/m ³