

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Wybór wariantu obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- porównanie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem
- spełnienia wymagań ustawowych
- wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Warianty zostały zestawiono następujące skrótowe określenia usprawnień

zgodnie z pkt 7.2.5. oraz 7.3.:

- ocieplenie stropodachu budynku
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana okien
- usprawnienie instalacji ogrzewania

Zakres	Nr wariantu							
	1	2	3	4				
	x	x	x					
	x	x						
	x							
	x	x	x	x				

Nakłady

Analiza kosztów obejmuje określenie nakładów poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Wariant	Usprawnienia termomodernizacyjne i inne pozycje kosztów	Nakłady	Razem	Uwagi
1	stropodach	21 600		
	ściany zewnętrzne	73 778		
	okna	98 189		
	instalacja c.o.	120 000		
			313 567	
2	stropodach	21 600		
	ściany zewnętrzne	73 778		
	instalacja c.o.	120 000		
			215 378	
3	stropodach	21 600		
	instalacja c.o.	120 000		
			141 600	
4	instalacja c.o.	120 000		
			120 000	

Obliczenia oszczędności i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty termomodernizacji				
			1	2	3	4	
Wymagane zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie (wg obliczeń)	Q_{oo}	GJ	641,7	285	403,4	515	641,7
Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie (wg obliczeń)	q_{oo}	kW	79,5	36,0	45,8	61,8	79,5
Skuteczność systemu ogrzewania $\eta_{\text{ogrz}} = \frac{Q_{oo}}{Q_{cw}}$	η	-	0,724	0,798	0,805	0,810	0,814
Współczynnik przebiegów dobowych	w_d	-	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75
Współczynnik przebiegów tygodniowych	w_t	-	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85
Wartość ciepła na ogrzewanie $Q_{oo} \cdot w_d \cdot w_t \cdot \eta_{\text{ogrz}} + Q_{cw}$	O_{oo}	zł	44 040	10 915	15 315	19 431	24 093
Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u. z uwzględnieniem (wg obliczeń)	Q_{cw}	GJ	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
Zapotrzebowanie mocy na c.w.u. (wg obliczeń)	q_{cw}	kW	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Wartość ciepła na c.w.u. $Q_{cw} \cdot 12$	O_{cw}	zł	9 194	9 194	9 194	9 194	9 194
Zaplanowane zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie i ciepła wody $Q_{oo} + Q_{cw}$	Q	GJ	969,1	310,4	402,2	488,1	585,3
Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego $\Delta Q/Q$	$\Delta Q/Q$	%	-	68,0	58,5	49,6	39,6
Wymagane zapotrzebowanie mocy (DHE)	q	kW	85,8	42,3	52,1	68,1	85,8
Wartość kosztu ogrzewania i zapotrzebowania ciepłej wody [5]+[9]	O_r	zł	53 234	20 109	24 509	28 625	33 287
Wartość kosztu w stosunku do stanu istniejącego ΔQ_r	ΔQ_r	zł	-	33 125	28 725	24 609	19 947
Koszt wykonania modernizacji N_w	N_w	zł	-	313 567	215 378	141 600	120 000
Koszt robocizny N_s	N_s	zł	-	20 000	20 000	15 000	8 000
Koszt całkowity (T4H15) N	N	zł	-	333 567	235 378	156 600	128 000

Tab. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczęd. kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzeb. na energię (z uwzględn. sprawności całkowitej) [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii a miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami [zł/miesiąc]
				[zł]	[%]	
2	3	4	5	6		7
Wariant 1	333 567	33 125	68,0	133 427	40	693
Wariant 1.1				200 140	60	
Wariant 2	235 378	28 725	58,5	94 151	40	935
Wariant 2.1				141 227	60	
Wariant 3	156 600	24 609	49,6	62 640	40	1 080
Wariant 3.1				93 960	60	
Wariant 4	128 000	19 947	39,6	51 200	40	869
Wariant 4.1				76 800	60	

Wzrost stopy oprocentowania kredytu
Wzrost stały okres spłaty kredytu

$$r = 0,11$$

$$m = 120 \text{ miesięcy}$$

$$A = 0,75 \cdot S \cdot \frac{q^m \cdot (q - 1)}{q^m - 1}$$

1,009167

$$A = 0,01 \cdot S$$

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wskazanie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w analizowanym budynku ocenia się wariant nr **1** obejmujący usprawnienia:

ocieplenie stropodachu

ocieplenie ścian zewnętrznych

wymiana okien

usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania

Wskazanie to spełnia warunki ustawowe:

oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **68,0 %** czyli powyżej **25 %**

zastawiony kredyt stanowiący **20 %** kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi

koszty własne inwestora wyniosą **133 427 zł**, co spełnia oczekiwania inwestora

stosunek pomiędzy 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła a miesięczną ratą kredytu

wynosi **693 zł**, czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżących

oszczędności kosztów ciepła i pozostaje nadwyżka.

Tab. 10. Efekt ekonomiczny termomodernizacji budynku

W tabeli przedstawiono wartości mocy cieplnej, zapotrzebowania ciepła oraz efekt ekonomiczny dla stanu wyjściowego i dla wybranego wariantu termomodernizacji.

Wariant	Moc cieplna c.o. kW	Zapotrzebowanie ciepła c.o. * GJ/rok	Zapotrzebowanie ciepła c.o. ** GJ/rok	Moc cieplna c.w.u. kW	Zapotrzebowanie ciepła c.w.u. GJ/rok	Koszt c.w.u. zł/rok	Koszt c.o. zł/rok	Efekt GJ/rok	Efekt zł/rok
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Stan wyjściowy	79,5	641,7	886,3	6,3	82,8	9 194	44 040	-	-
Wariant	35,0	285,0	227,7	6,3	82,8	9 194	10 915	658,6	33 125

* Uwzględniamy sprawności systemu c.o.

** Uwzględnieniem sprawności systemu c.o.

Tab. 11. Efekt ekologiczny po termomodernizacji budynku

W wyniku termomodernizacji uzyska się w źródle ciepła zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do powietrza: dwutlenku azotu, tlenku węgla, dwutlenku węgla, pyłu.

W celu oceny efektów ekologicznych związanych z ograniczeniem zużycia ciepła wykonano postępowanie zgodnie z metodami zawartymi w materiałach informacyjno-instruktażowych MOŚNiL 1/96.

Wyniki wykonano na podstawie danych:

Współczynnik korekcyjny	0,80
Współczynnik strat ciepła w przewodach	0,88
Współczynnik strat ciepła w palenisku	21 MJ/kg
Współczynnik strat ciepła w palenisku	16 %
Współczynnik strat ciepła w instalacji	0,6 %
Współczynnik strat ciepła w instalacji odprowadzających	90 %
Współczynnik strat ciepła w celu wytworzenia ciepła:	
Współczynnik strat ciepła w celu wytworzenia ciepła - węgiel	60 Mg
Współczynnik strat ciepła w celu wytworzenia ciepła - gaz	9861,6 m ³ /rok

Wielkość zanieczyszczenia (Mg/rok)	Jednostka a	Wielkość dotychczasowa a	Wielkość planowana b	Zmiana bezwzględna c = a - b	Zmiana względna (%) d = c/a x 100 %
1	2	3	4	5	6
CO ₂	Mg/rok	0,713	0,000	0,71	100,0
NO _x	Mg/rok	0,240	0,01	0,23	94,7
CO	Mg/rok	0,300	0,004	0,30	98,8
SO ₂	Mg/rok	131,89	19,4	112,52	85,3
PM ₁₀	Mg/rok	0,809	0,0001	0,81	100,0

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku metodą BSO - „Bezspoinowy system ocieplenia” - warstwą styropianu EPS 70-040 grubości 15 cm.

Do wykonania 492 m² ocieplenia na kwotę **73 778 zł**

2. Ocieplenie stropodachu budynku

Ocieplenie stropodachu granulem wełny mineralnej grubości 20 cm metodą wdmuchiwania lub przez ułożenie płyt z wełny mineralnej.

Do wykonania 360 m² ocieplenia na kwotę **21 600 zł**

3. Wymiana okien i drzwi, montaż nawiewników higrosterowanych

Wymiana okien na okna o współczynniku przenikania $U = 1,3 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$, montaż nawiewników sterowanych automatycznie.

Do wykonania 146,6 m² okien i drzwi na kwotę **98 189 zł**

4. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

Substancja kotłowni gazowej, wymiana instalacji c.o., hermetyzacja, montaż zaworów termostatycznych, sterowników automatycznych, izolacja przewodów, regulacja instalacji c.o.

Całkowity koszt **120 000 zł**

Wszelkie koszty (audyt, projekt budowlany, inne koszty)

20 000 zł

Charakterystyka finansowa

Skalkulowany koszt (z podatkiem VAT) robót wyniesie:

333 567 zł

Udział środków własnych inwestora 20 %

133 427 zł

Wzrost bankowy

200 140 zł

Przewidywana premia termomodernizacyjna *)

50 035 zł

Wskazanie raty miesięcznej (przy $r = 11 \%$)

2 068 zł

Całkowity nakładów

10 lat

*) w przypadku korzystania z premii termomodernizacyjnej

Ważne działania

Ważne działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej

2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót

3. Realizacja robót i odbiór techniczny

4. Dostarczenie rezultatów przedsięwzięcia.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- ZAŁĄCZNIK 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- ZAŁĄCZNIK 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- ZAŁĄCZNIK 3 Określenie sprawności systemu grzewczego
- ZAŁĄCZNIK 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- ZAŁĄCZNIK 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- ZAŁĄCZNIK 6 Obliczenie współczynników sprawności regulacji dla poszczególnych wariantów
- ZAŁĄCZNIK 7 Wydruk komputerowy z programu OZC 3.0

Załącznik 1

Wzrost współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² K	R m ² K/W	U, ΔU , U_k W/m ² K
	- tynk cem.-wap.	0,015	0,82	0,018	
	- mur z cegły pełnej	0,120	0,77	0,156	
	- beton komórkowy	0,240	0,35	0,686	
	- tynk cem.-wap.	0,015	0,82	0,018	
	R_i+R_e			0,17	
				1,05	
	dodatek wyrażający wpływ mostków cieplnych				U = 0,95
					$\Delta U = 0,05$
					$U_k = 1,00$
	- papa asfaltowa	0,01	0,18	0,056	
	- gładź cementowa	0,02	1,00	0,020	
	- płyty wiórkowo-cementowe	0,05	0,14	0,357	
	- strop DZ-3	0,23		0,210	
	- tynk cem.-wap.	0,015	0,82	0,018	
R_i+R_e			0,14		
				0,801	U = 1,25
	- lastriko	0,02	0,72	0,028	
	- beton	0,02	1,00	0,020	
	- papa asfaltowa	0,002	0,18	0,011	
	- beton	0,150	1,00	0,150	
	- grunt R_{gr}			0,500	
R_i+R_e			0,210		
				0,919	U = 1,09
	- lastriko	0,02	0,72	0,028	
	- beton	0,02	1,00	0,020	
	- papa asfaltowa	0,002	0,18	0,011	
	- beton	0,150	1,00	0,150	
	- grunt R_{gr}			1,500	
R_i+R_e			0,210		
				1,919	U = 0,52

Załącznik 2

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego

	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń lub osób przebywających w budynku	Norma m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h
	2	3	4	5
	Pomieszczenia socjalne, administracyjne i inne	120	20	2400
	Łazienki	0	50	0
	Odzienne WC	4	30	120
Ogółem				
				$\psi =$
				2 520
	$Q_v =$	1,0		
	$Q_{v,1} =$	1,1		
	$Q_{v,2} =$	1,0		

Załącznik 3

Obliczenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1) Sprawność wytwarzania

$$\eta_{\text{w}} = 1,00$$

2) Sprawność przesyłania

$$\eta_{\text{p}} = 0,90$$

3) Sprawność regulacji

$$\eta_{\text{r}} = 1 - (1 - \eta_{\text{oo}}) * 2 * (\text{GLR})^{1/2}$$

$$\eta_{\text{r}} = 0,85$$

$$\text{GLR} = 221,7 / 852,5 = 0,26$$

$$\eta_{\text{r}} = 0,85$$

4) Sprawność wykorzystania

$$\eta_{\text{w}} = 0,95$$

5) Procenta na ogrzewanie w okresie w okresie tygodnia

$$\eta_{\text{p}} = 1,00$$

6) Procenta na ogrzewanie w ciągu doby

$$\eta_{\text{p}} = 1,00$$

Załącznik 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym

1. Liczba użytkowników		OS =	120	osób
2. Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika		$V_{os} =$	0,008	m ³ /d
3. Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku		$V_{dśred} = OS * V_{os} =$	0,96	m ³ /d
4. Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u.		$V_{hśred} = V_{dśred} / 8 =$	0,12	m ³ /h
5. Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody		$Q_{cwj} = c_w * \rho * (t_c - t_{zw}) = 4,2 * 1 * (60 - 10) / 10^3 =$	0,189	GJ/m ³
6. Maks. moc cieplna		$q_{cw} = V_{hśred} * Q_{cwj} * 278 =$	6,31	kW
7. Roczne zużycie c.w.u.		$V_{cw} = V_{dśred} * 365 =$	350,4	m ³
8. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.		$Q_{cw} =$	66,2	GJ
9. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności wykonania i przesyłania	$\eta_w = 1,00$ $\eta_p = 0,80$			
10. Koszt przygotowania c.w.u.			82,8	GJ
11. Koszt zimnej wody			9 194	zł
12. Numeryczny koszt roczny c.w.u.		$V_{cw} * 4,5 =$	1 577	zł
13. Średni koszt 1 m ³ wody			10 771	zł
			30,74	zł/m ³

Załącznik 5

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu komputerowego OZC 3.0

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej kW	ciepła Q_H GJ/a
1	36,0	285,0
2	45,8	403,4
3	61,8	515,0
4	79,5	641,7
stan istniejący	79,5	641,7

Obliczanie współczynników η_r i η
dla poszczególnych wariantów na podstawie wyników obliczeń sezonowego
zapotrzebowania ciepła

Wariant	Suma zysków GJ	Suma strat GJ	GLR ^{1/2}	η_{co}	η_r	η
1	221,7	471,5	0,686	0,95	0,931	0,798
2	221,7	602,2	0,607	0,95	0,939	0,805
3	221,7	720,8	0,555	0,95	0,945	0,810
4	221,7	852,5	0,510	0,95	0,949	0,814
5	221,7	852,5	0,510	0,85	0,847	0,724

$$1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \cdot (GLR)^{1/2}$$

$$\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_e$$

Współczynniki sprawności

istniejący	po modernizacji
1,00	$\eta_w = 0,95$
0,90	$\eta_p = 0,95$
0,95	$\eta_e = 0,95$

Przerwy w ogrzewaniu

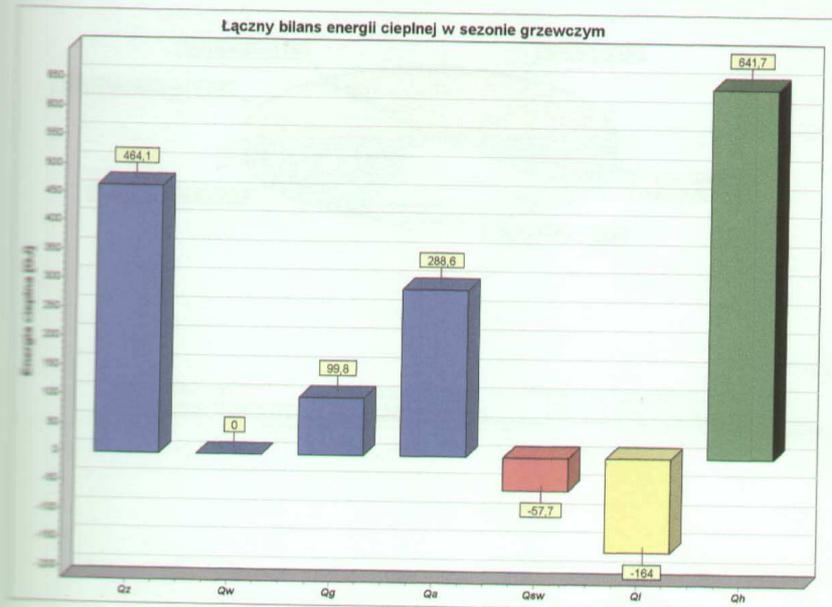
istniejący	po modernizacji
1,00	$w_t = 0,85$
1,00	$w_d = 0,75$

z programu OZC **STAN ISTNIEJĄCY**

Załącznik 7

Wyniki - Bilans sezonowego zużycia energii cieplnej

Miesiąc	Qz	Qw	Qg	Qa	Eta	Qsw	Qi	Qh
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Wrzesień	4.06	0.00	-0.23	2.52	0.683	1.83	3.69	2.58
Październik	43.68	0.00	2.94	27.17	0.904	8.55	22.90	45.35
Listopad	59.11	0.00	8.66	36.76	0.980	4.45	22.16	78.44
Grudzień	76.99	0.00	14.95	47.88	0.995	3.32	22.90	113.73
Styczeń	87.73	0.00	19.35	54.56	0.997	4.79	22.90	134.03
Luty	75.23	0.00	18.93	46.78	0.993	7.74	20.68	112.71
Marzec	68.48	0.00	19.35	42.59	0.976	12.23	22.90	96.14
Kwiecień	44.42	0.00	14.47	27.63	0.918	12.42	22.16	54.76
Maj	4.36	0.00	1.44	2.71	0.753	2.39	3.69	3.93
W sezonie	464.06	0.00	99.85	288.60	0.951	57.73	164.00	641.67



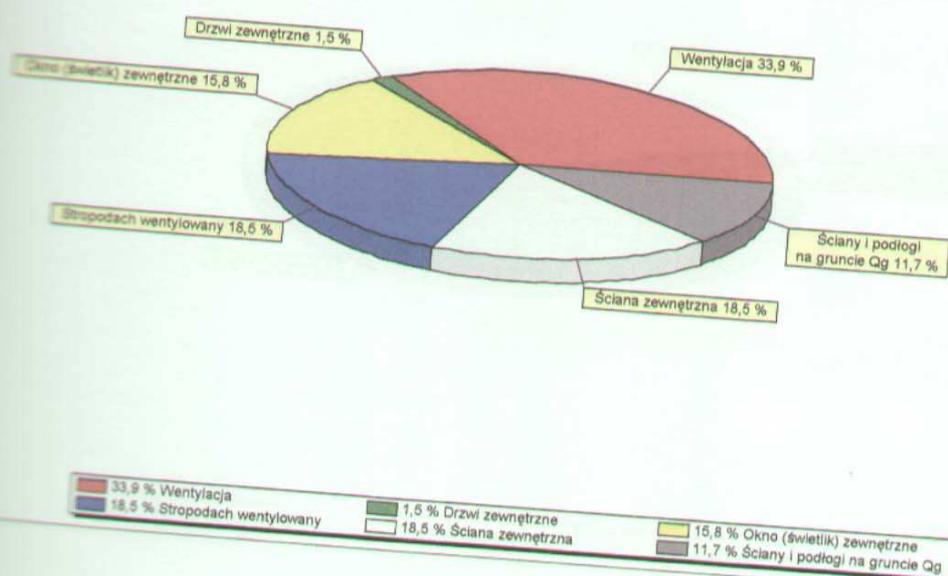
Wzrost z programu OZC **STAN ISTNIEJĄCY**

Załącznik 7

Wyniki - Zestawienie sezonowych strat energii cieplnej

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13.16	3656	1.5
Okno (świetlik) zewnętrzne	135.08	37521	15.8
Stropodach wentylowany	157.94	43873	18.5
Ściana zewnętrzna	157.88	43855	18.5
Ściany i podłogi na gruncie	99.85	27735	11.7
Ciepło na wentylację	288.60	80168	33.9
Razem	852.51	236808	100.0

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



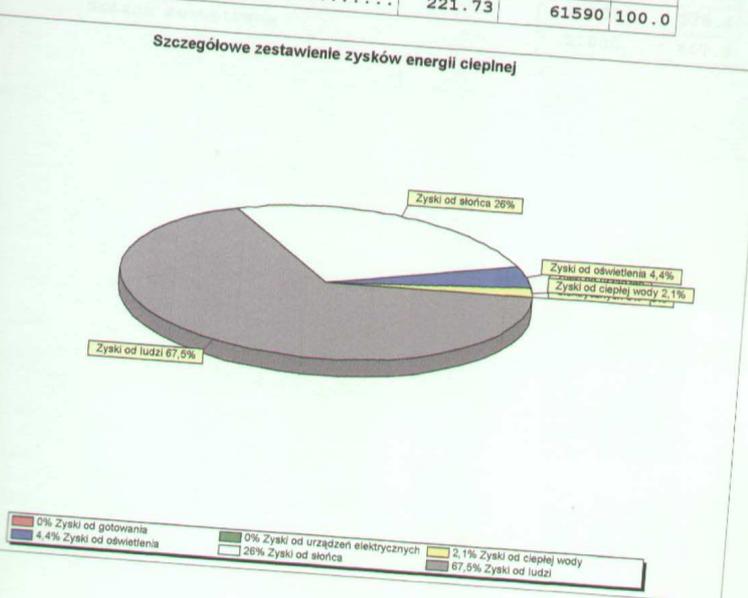
Wzrost z programu OZC STAN ISTNIEJĄCY

Załącznik 7

Wyniki - Zestawienie sezonowych zysków energii cieplnej

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	57.73	16036	26.0
Zyski od ludzi	149.61	41558	67.5
Zyski od ciepłej wody	4.60	1279	2.1
Zyski od gotowania	0.00	0	0.0
Zyski od oświetlenia	9.78	2717	4.4
Zyski od urządzeń elektrycznych ..	0.00	0	0.0
Razem	221.73	61590	100.0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



z programu OZC STAN ISTNIEJĄCY

Załącznik 7

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis przegrody	k	F
DZ	Drzwi zewnętrzne	W/m ² K	m ²
OK-N	Okna	5.600	7.0
OK-S	Okna	1.600	11.8
PI	Podłoga na gruncie I strefa	3.000	127.8
PII	Podłoga na gruncie II strefa	1.091	90.6
STP	Stropodach	0.518	284.8
SZ	Ściana zewnętrzna	1.253	375.4
		1.000	447.8

Wyniki - Bilans sezonowego zużycia energii cieplnej

Miesiąc	Qz	Qw	Qg	Qa	Eta	Qsw	Qi	Qh
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Wrzesień	1.23	0.00	-0.23	2.02	0.421	1.83	3.69	0.69
Październik	13.25	0.00	2.94	21.73	0.701	8.55	22.90	15.89
Listopad	17.93	0.00	8.66	29.41	0.878	4.45	22.16	32.63
Grudzień	23.35	0.00	14.95	38.31	0.946	3.32	22.90	51.80
Styczeń	26.61	0.00	19.35	43.65	0.961	4.79	22.90	63.00
Luty	22.82	0.00	18.93	37.43	0.938	7.74	20.68	52.50
Marzec	20.77	0.00	19.35	34.07	0.879	12.23	22.90	43.31
Kwiecień	13.47	0.00	14.47	22.10	0.765	12.42	22.16	23.59
Maj	1.32	0.00	1.44	2.17	0.556	2.39	3.69	1.55
W sezonie	140.75	0.00	99.85	230.88	0.841	57.73	164.00	284.97

Łączny bilans energii cieplnej w sezonie grzewczym

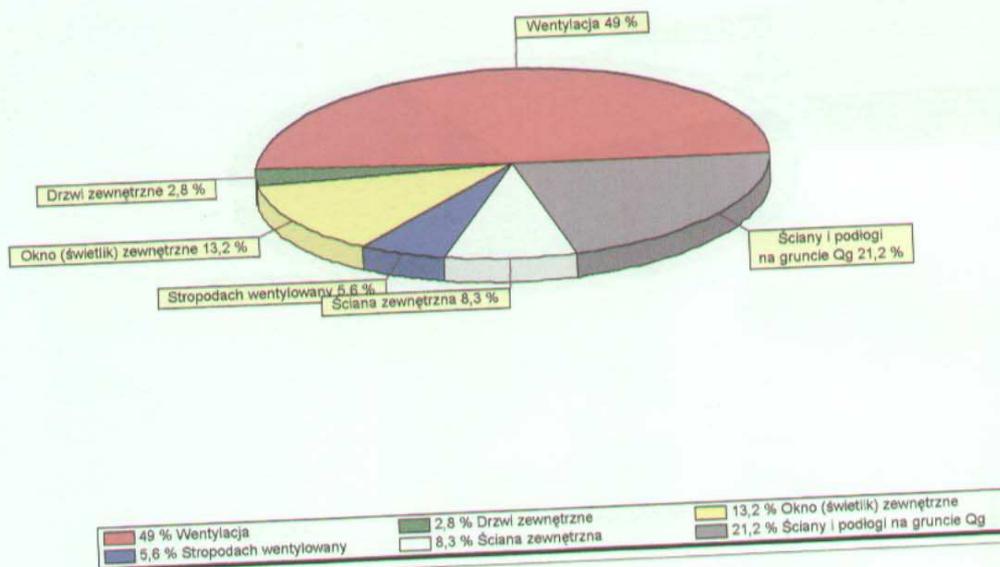


Wydruk z programu OZC **WARIANT 1**

Wyniki - Zestawienie sezonowych strat energii cieplnej

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13.16	3656	2.8
Okno (świetlik) zewnętrzne	62.13	17257	13.2
Stropodach wentylowany	26.22	7283	5.6
Ściana zewnętrzna	39.24	10901	8.3
Ściany i podłogi na gruncie	99.85	27735	21.2
Ciepło na wentylację	230.88	64134	49.0
Razem	471.48	130967	100.0

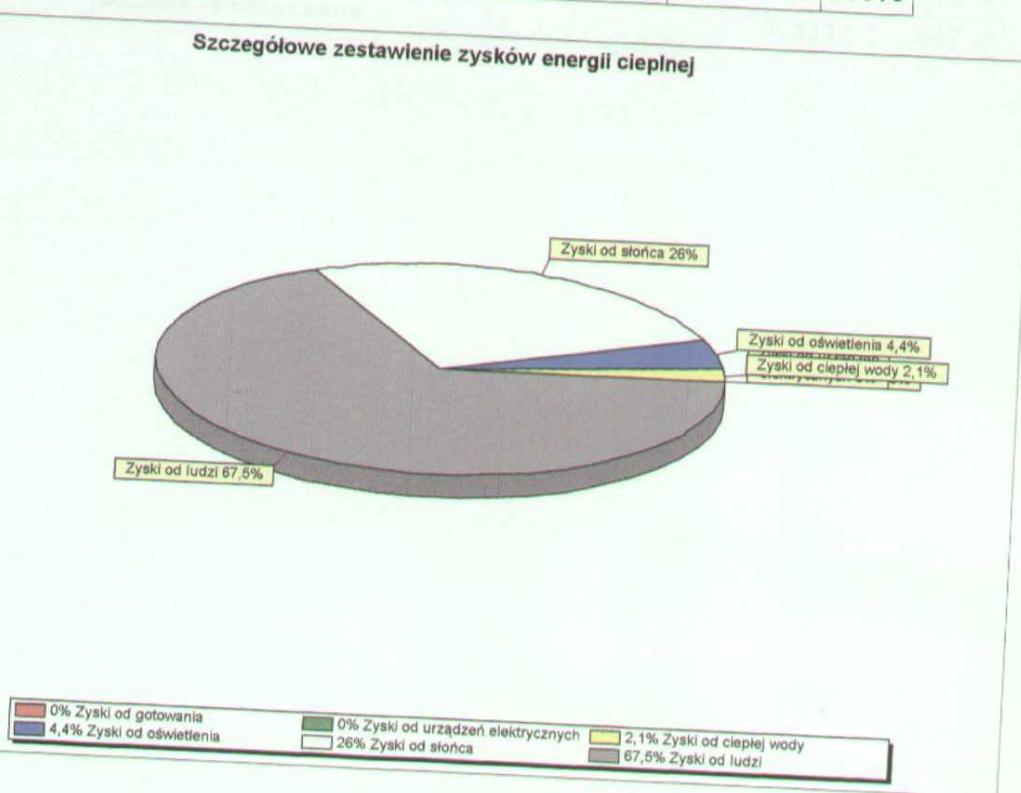
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



Wyniki - Zestawienie sezonowych zysków energii cieplnej

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	57.73	16036	26.0
Zyski od ludzi	149.61	41558	67.5
Zyski od ciepłej wody	4.60	1279	2.1
Zyski od gotowania	0.00	0	0.0
Zyski od oświetlenia	9.78	2717	4.4
Zyski od urządzeń elektrycznych .	0.00	0	0.0
Razem	221.73	61590	100.0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Wydruk z programu OZC **WARIANT 1**

Załącznik 7

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis przegrody	k	F
		W/m ² K	m ²
DZ	Drzwi zewnętrzne	5.600	7.0
OK-N	Okna	1.600	11.8
OK-S	Okna	1.300	127.8
PI	Podłoga na gruncie I strefa	1.091	90.6
PII	Podłoga na gruncie II strefa	0.518	284.8
STP	Stropodach	0.208	375.4
SZ	Ściana zewnętrzna	0.211	447.8

SZKOŁY PODSTAWOWEJ WRAZ Z SALĄ GIMNASTYCZNA
ORAZ STOŁÓWKĄ, PRZY UL. ENERGETYKÓW, WACHERA
W DĘBICY

I. **OCENA ENERGETYCZNA PROJEKTOWANEGO BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ WRAZ Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ ORAZ STOŁÓWKĄ PRZY UL. ENERGETYCZNEJ, WAGNERA W DĘBICY**

2. Ocena energetyczna budynku Szkoły Podstawowej

1. Podstawa opracowania:

- Projekt Budowy Szkoły Podstawowej wraz z salą gimnastyczną oraz stołówką w Dębicy przy ul. Energetycznej, Wagnera wykonany przez Urząd Miejski w Dębicy Wydział Inwestycji i Projektowania Biuro Projektowania we wrześniu 2006 r i maju 2007r.
- Obowiązujące przepisy, normy.

2. Dane ogólne

Niniejsze opracowanie ma na celu wykonanie oceny energetycznej projektowanych obiektów w ramach zadania „Budowa Szkoły Podstawowej wraz z salą gimnastyczną oraz stołówką”. W tym celu proponuje się ustalić przewidywaną wartość wskaźnika określającego zapotrzebowanie na energię końcową (ciepło) do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym oraz określenie kosztów ogrzewania w przeliczeniu na 1 ucznia.

Projekt budowlany przewiduje powstanie obiektu parterowego składającego się z dwóch skrzydeł ułożonych w kształcie litery L. Podstawowa bryła z wejściem znajduje się przy ulicy Wagnera. W budynku ma funkcjonować szkoła podstawowa 12 –sto oddziałowa.

Obiekt wyposażony będzie w instalacje wod-kan, c.o. i c.w ze źródłem ciepła z kotłami na paliwo gazowe, wewnętrzną instalację elektryczną, odgromową, wentylację grawitacyjną i mechaniczną. Budynek położony jest w III strefie klimatycznej.

Podstawowe parametry obiektu tj. szkoły ze stołówką oraz sali gimnastycznej z zapleczem:

Powierzchnia zabudowy	4145,0 m ²
Powierzchnia użytkowa	3 949,7 m ²
Kubatura	30 962,3 m ³
Kubatura ogrzewana	25 608,0 m ³

3. Szkic projektowanego budynku Szkoły Podstawowej

Przebieg prac projektowych

Budynek zaprojektowano w technologi tradycyjnej, wykonanej z cegły, z wyjątkiem części przy wejściu z przodu z pustaków ceramicznych LHM grubości 20 cm, z izolacją termiczną na styropianie grubości 12 cm i tynkiem.

Strona dach

Dach: jednospadowy, w kierunku południowym, z południowym nachyleniem 12%.

Izolacja termiczna

Izolacja termiczna ścian zewnętrznych - w tym celu grubość 12 cm styropianu.

Izolacja termiczna podłogi - w tym celu grubość 10 cm styropianu.

Przekrycia wewnętrzne

Przebieg prac projektowych - w tym celu grubość 10 cm styropianu.

Detale okienne i drzwiowe

Okna: drewniane, z podwójnymi szybami, z izolacją termiczną.

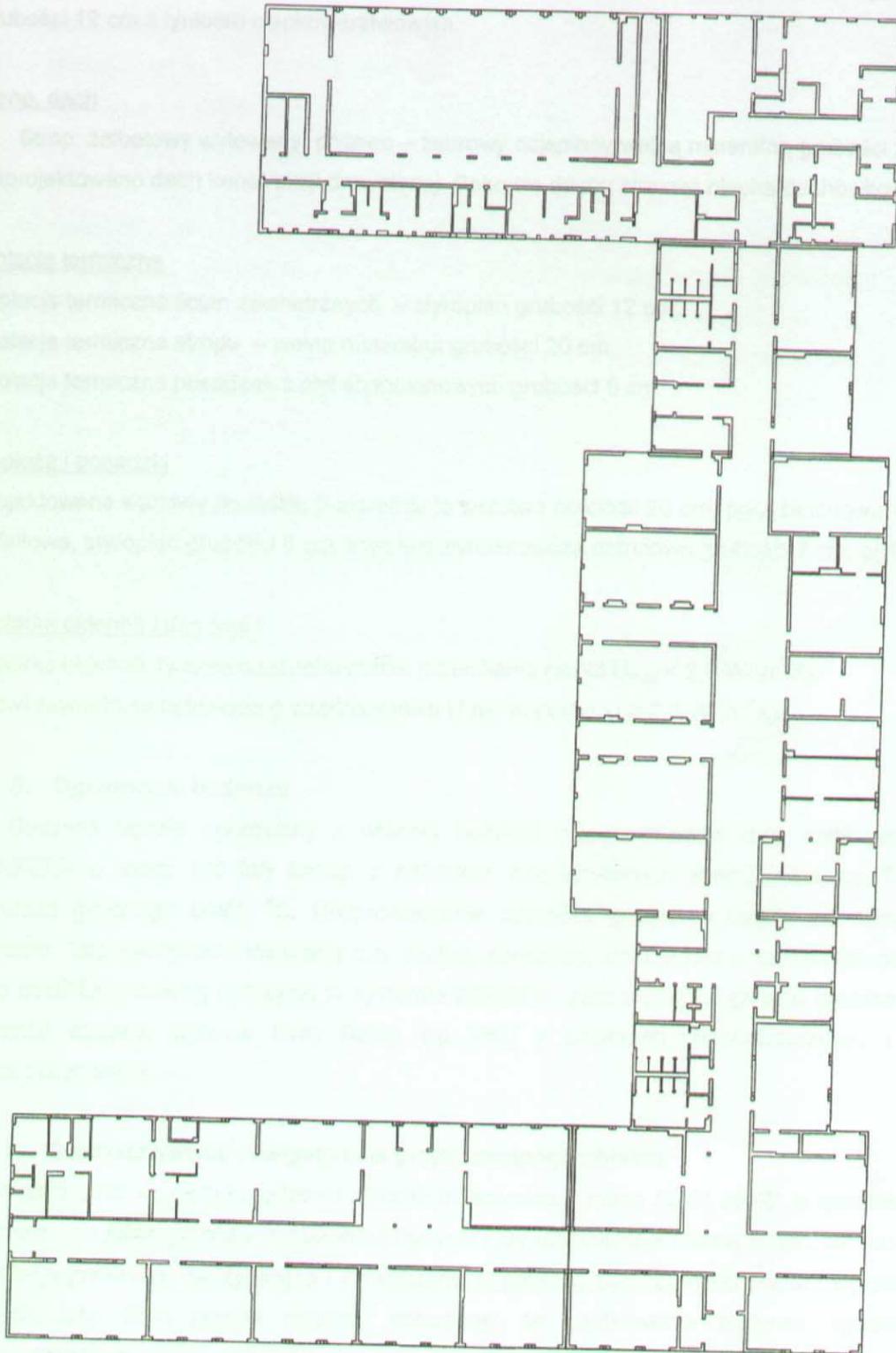
2. Opis białego budynku

Budynek białego koloru, z cegły, z wyjątkiem części przy wejściu z przodu z pustaków ceramicznych LHM grubości 20 cm, z izolacją termiczną na styropianie grubości 12 cm i tynkiem.

Budynek białego koloru, z cegły, z wyjątkiem części przy wejściu z przodu z pustaków ceramicznych LHM grubości 20 cm, z izolacją termiczną na styropianie grubości 12 cm i tynkiem.

Budynek białego koloru, z cegły, z wyjątkiem części przy wejściu z przodu z pustaków ceramicznych LHM grubości 20 cm, z izolacją termiczną na styropianie grubości 12 cm i tynkiem.

Budynek białego koloru, z cegły, z wyjątkiem części przy wejściu z przodu z pustaków ceramicznych LHM grubości 20 cm, z izolacją termiczną na styropianie grubości 12 cm i tynkiem.



4. Rozwiązania budowlane konstrukcyjno- materiałowe

Przegrody zewnętrzne

Budynek zaprojektowano w technologii tradycyjnej murowanej. Ściany zewnętrzne będą jako ściany warstwowe z pustaka ceramicznego U20 grubości 25 cm, izolacji termicznej ze styropianu grubości 12 cm z tynkiem cienkowarstwowym.

Strop, dach

Strop: żelbetowy wylewany, płytowo – żebrowy ocieplony wełną mineralną grubości 20 cm. Zaprojektowano dach konstrukcji drewnianej. Pokrycie dachu stanowi blacha dachówkowa.

Izolacje termiczne

Izolacja termiczna ścian zewnętrznych – styropian grubości 12 cm.

Izolacja termiczna stropu – wełna mineralna grubości 20 cm.

Izolacja termiczna posadzek z płyt styropianowych grubości 5 cm.

Podłoża i posadzki

Projektowane warstwy posadzki przyziemia to warstwa pospółki 20 cm, płyta betonowa 10 cm, papa asfaltowa, styropian grubości 5 cm, warstwa wyrównawcza betonowa grubości 7 cm, płytki gresowe.

Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna, typowa o współczynniku przenikania ciepła $U_{max} = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Drzwi zewnętrzne ocieplone o współczynniku U nie większym od $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

5. Ogrzewanie budynku

Budynek będzie ogrzewany z własnej kotłowni wyposażonej w dwa kotły gazowe firmy JUNKERS o mocy 180 kW każdy, z palnikiem dwustopniowym atmosferycznym. Temperatura czynnika grzejącego 80/60 °C. Rozprowadzenie czynnika grzejącego będzie od rozdzielacza w kotłowni. Zaprojektowano instalację c.o. wodną, pompową, dwururową z rozdziałem dolnym z rur typu evalPEX z osłoną dyfuzyjną w systemie WIRSBO. Jako elementy grzejne zastosowane będą grzejniki stalowe, płytowe firmy Rettig typ VKO z zaworami termostatycznymi i głowicami termostatycznymi.

6. Charakterystyka energetyczna projektowanego obiektu

Wymagania wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie mówią o tym, że budynek i jego instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość energii cieplnej, potrzebnej do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie.

Warunkiem nałożonym przez powyższe Rozporządzenie jest to by przegrody budowlane odpowiadały wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia.

W omawianym obiekcie powyższe wymagania są spełnione, ponieważ:

- ściany zewnętrzne konstrukcyjne mają współczynnik przenikania ciepła $U_k = 0,308$ [(W/m²·K)],
- stropodach i strop pod nieogrzewanym poddaszem $U_k = 0,294$ [(W/m²·K)],
- podłoga I strefa $U_k = 0,548$ [(W/m²·K)],
- podłoga I strefa $U_k = 0,404$ [(W/m²·K)],
- okna $U_k = 2,0$ [(W/m²·K)],
- drzwi wejściowe $U_k = 2,5$ [(W/m²·K)].

Wskaźnikiem określającym ilość energii cieplnej potrzebnej do użytkowania budynku można przez analogię do budynków mieszkalnych zastosować wskaźnik E_A określający obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na energię końcową (ciepło) do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym wyrażone ilością energii przypadającej w ciągu roku na 1 m² powierzchni ogrzewanej budynku oraz E_V określający obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na energię końcową (ciepło) do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym wyrażone ilością energii przypadającej w ciągu roku na 1 m³ kubatury ogrzewanej budynku.

Wskaźniki te posłużą do porównania istniejącego budynku Szkoły Podstawowej Nr 10 przy ul. Kwiatkowskiego oraz projektowanego obiektu szkolnego przy ul. Energetycznej i Wagnera.

Według wyliczeń roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania projektowanego budynku wyniesie $Q_h = 2036,3$ [GJ/rok].

Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej E_A będzie się kształtował następująco:

$$E_A = \frac{Q_h}{P}$$

gdzie;

Q_h – roczne zapotrzebowanie na ciepło w [MJ/rok],

P – powierzchnia użytkowa w [m²]

$$E_A = \frac{2036300 \text{ [MJ / rok]}}{3949,7 \text{ [m}^2\text{]}} = 515,56 \text{ [MJ / m}^2 \cdot \text{rok]} = 143,21 \text{ [kWh / m}^2 \cdot \text{rok]}$$

Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło dla budynku w odniesieniu do kubatury ogrzewanej E_V wynosi:

$$E = \frac{Q_h}{V}$$

gdzie;

Q_h – roczne zapotrzebowanie na ciepło w [MJ/rok],

V – kubatura ogrzewanej części budynku w $[m^3]$

$$E_V = \frac{2036300 [MJ / rok]}{25608 [m^3]} = 79,52 [MJ / m^3 \cdot rok] = 22,09 [kWh / m^3 \cdot rok]$$

7. Koszt ogrzewania projektowanego budynku

Koszt ogrzewania budynku wyliczono przyjmując obowiązującą taryfę dla gazu (W-4).

Przy założeniu wartości opałowej 31 MJ/m³ cena wyprodukowania 1 GJ wynosić będzie 47,94 zł/GJ. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania wyniesie $Q_h = 2036,3$ [GJ/rok], więc roczny koszt ogrzewania budynku będzie następujący: $2036,3 \text{ GJ} \cdot 47,94 \text{ zł/GJ} = 97\ 620 \text{ zł}$.

II. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonego audytu energetycznego budynku Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego oraz oceny energetycznej projektowanego obiektu szkolnego przy ul. Energetycznej, Wagnera nasuwają się następujące wnioski:

1. Budynek Szkoły Podstawowej Nr 10 przy ul. Kwiatkowskiego nie spełnia wymogów w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej nałożonych *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, mianowicie przegrody budowlane nie mają wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Projektowany budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera spełnia wymagania powyższego *Rozporządzenia*.

2. Wskaźnik „kubaturowy” sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym [kWh/m³rok] w istniejącym budynku Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego jest **prawie pięć razy wyższy** od wskaźnika dla projektowanego budynku Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera (co przedstawia poniższa tabela).

Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	Budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego	Projektowany budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera
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]	101,18	22,09

3. Wskaźnik „powierzchniowy” sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym [kWh/m²rok] w istniejącym budynku Szkoły

Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego jest **ponad dwa razy wyższy** od wskaźnika dla projektowanego budynku Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera (co przedstawia poniższa tabela).

Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	Budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego	Projektowany budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera
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]	356,81	143,21

4. W celu porównania charakterystyki energetycznej istniejącego obiektu szkoły i projektowanego budynku posłużono się rocznym kosztem ogrzewania obiektów w przeliczeniu na 1 ucznia oraz miesięcznym kosztem ogrzewania 1 m² powierzchni. Obrazuje to poniższa tabela:

Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło	Jedn.	Budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego	Projektowany budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Energetycznej, Wagnera
Roczny koszt ogrzewania budynku	zł/rok	44 040 *)	97 620 **)
Liczba uczniów	osoby	120	360
Jednostkowy koszt ogrzewania	zł/ucznia/rok	367	271
Jednostkowy koszt ogrzewania	zł/m ² /m-c	5,32	2,00

*) wg audytu energetycznego budynku

**) wg pkt. 6

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe dane należy stwierdzić, że budynek Szkoły Podstawowej przy ul. Kwiatkowskiego 2 w Dębicy nie zapewnia standardu energetycznego. W pomieszczeniach nie ma odpowiednich warunków mikroklimatu, koszty ogrzewania budynku są wysokie, zwiększone zużycie ciepła powoduje zwiększone zanieczyszczenie środowiska.

Opracował:

inż. **HALINA LIS**
39-102 Lubzina, Brzezówka 14E
tel. (017) 221 23 39
Upr. Bud. N/S-177/94
w zakresie sieci i instalacji sanitarnych

**AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 10
PRZY UL. KWIATKOWSKIEGO 2 W DĘBICY ORAZ
OCENA ENERGETYCZNA
PROJEKTOWANEGO BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ
WRAZ Z SALĄ GIMNASTYCZNĄ ORAZ STOŁÓWKĄ
PRZY UL. ENERGETYCZNEJ, WAGNERA
W DĘBICY**

SPIS TREŚCI

I.	Audyt energetyczny budynku szkoły Podstawowej Nr 10 przy ul. Kwiatkowskiego 2 w Dębicy	str. 1
II.	Ocena energetyczna projektowanego budynku Szkoły Podstawowej wraz z salą gimnastyczną oraz stołówką przy ul. Energetycznej, Wagnera w Dębicy	str. 43
III.	Podsumowanie	str. 47

Opracował: Halina Lis

- upr. bud. Nr S - 177/94 ,
- uprawnienia energetyczne „D” ,
- Audytor Energetyczny Nr KAPE 99/101
(z listy MB BGK ZAE)

Wrzesień 2008r.

inż. HALINA LIS
39-102 Lubzina, Brzezówka 145
tel. (017) 22123 39
Upr. Bud. Nr S-177/94
w zakresie sieci instalacji sanitarnych

Szkoła Podstawowa Nr 10 przy ul. Kwiatkowskiego 2, Dębica			
1.1. Nazwa obiektu	szkoła podstawowa	1.2. Rok wykonania budowy	1965
1.3. Inwestor/organizator	Gmina Dębica	1.4. Adres budowy	Szkoła Podstawowa Nr 10 ul. Kwiatkowskiego 2 41-500 Dębica
1.5. Wykonawca	ul. Hutnicza 2 41-500 Dębica tel. 254 550 51 00 fax 254 553 51 51	1.6. Inwestor/organizator	ul. Hutnicza 2 41-500 Dębica tel. 254 550 51 00 fax 254 553 51 51

**I. AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU SZKOŁY
 PODSTAWOWEJ NR 10 PRZY UL. KWIATKOWSKIEGO 2
 W DĘBICY**

1.1. Wstęp	1
1.2. Zakres i cel audytu	2
1.3. Podstawa prawna	3
1.4. Terminy i koszty	4
1.5. Wyniki audytu	5
2.1. Opis budynku	6
2.2. Opis instalacji	7
2.3. Wyniki pomiarów	8
2.4. Wyniki obliczeń	9
2.5. Wyniki oceny	10
2.6. Wyniki analizy	11
2.7. Wyniki symulacji	12
2.8. Wyniki porównania	13
2.9. Wyniki oceny	14
2.10. Wyniki analizy	15
2.11. Wyniki symulacji	16
2.12. Wyniki porównania	17
2.13. Wyniki oceny	18
2.14. Wyniki analizy	19
2.15. Wyniki symulacji	20
2.16. Wyniki porównania	21
2.17. Wyniki oceny	22
2.18. Wyniki analizy	23
2.19. Wyniki symulacji	24
2.20. Wyniki porównania	25
2.21. Wyniki oceny	26
2.22. Wyniki analizy	27
2.23. Wyniki symulacji	28
2.24. Wyniki porównania	29
2.25. Wyniki oceny	30
2.26. Wyniki analizy	31
2.27. Wyniki symulacji	32
2.28. Wyniki porównania	33
2.29. Wyniki oceny	34
2.30. Wyniki analizy	35
2.31. Wyniki symulacji	36
2.32. Wyniki porównania	37
2.33. Wyniki oceny	38
2.34. Wyniki analizy	39
2.35. Wyniki symulacji	40
2.36. Wyniki porównania	41
2.37. Wyniki oceny	42
2.38. Wyniki analizy	43
2.39. Wyniki symulacji	44
2.40. Wyniki porównania	45
2.41. Wyniki oceny	46
2.42. Wyniki analizy	47
2.43. Wyniki symulacji	48
2.44. Wyniki porównania	49
2.45. Wyniki oceny	50
2.46. Wyniki analizy	51
2.47. Wyniki symulacji	52
2.48. Wyniki porównania	53
2.49. Wyniki oceny	54
2.50. Wyniki analizy	55
2.51. Wyniki symulacji	56
2.52. Wyniki porównania	57
2.53. Wyniki oceny	58
2.54. Wyniki analizy	59
2.55. Wyniki symulacji	60
2.56. Wyniki porównania	61
2.57. Wyniki oceny	62
2.58. Wyniki analizy	63
2.59. Wyniki symulacji	64
2.60. Wyniki porównania	65
2.61. Wyniki oceny	66
2.62. Wyniki analizy	67
2.63. Wyniki symulacji	68
2.64. Wyniki porównania	69
2.65. Wyniki oceny	70
2.66. Wyniki analizy	71
2.67. Wyniki symulacji	72
2.68. Wyniki porównania	73
2.69. Wyniki oceny	74
2.70. Wyniki analizy	75
2.71. Wyniki symulacji	76
2.72. Wyniki porównania	77
2.73. Wyniki oceny	78
2.74. Wyniki analizy	79
2.75. Wyniki symulacji	80
2.76. Wyniki porównania	81
2.77. Wyniki oceny	82
2.78. Wyniki analizy	83
2.79. Wyniki symulacji	84
2.80. Wyniki porównania	85
2.81. Wyniki oceny	86
2.82. Wyniki analizy	87
2.83. Wyniki symulacji	88
2.84. Wyniki porównania	89
2.85. Wyniki oceny	90
2.86. Wyniki analizy	91
2.87. Wyniki symulacji	92
2.88. Wyniki porównania	93
2.89. Wyniki oceny	94
2.90. Wyniki analizy	95
2.91. Wyniki symulacji	96
2.92. Wyniki porównania	97
2.93. Wyniki oceny	98
2.94. Wyniki analizy	99
2.95. Wyniki symulacji	100

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku**1. Dane identyfikacyjne budynku**

1.1. Rodzaj budynku	<i>użyteczności publicznej</i>	1.2. Rok ukończenia budowy	1965
1.3. Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Miasto Dębica ul. Ratuszowa 2 kod 39-200 Dębica tel. 014 683 81 00 fax 014 683 81 61	1.4. Adres budynku Szkoła Podstawowa Nr 10 ul. Kwiatkowskiego 2 kod 39-200 Dębica powiat dębicki woj. podkarpackie	

2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt**Pracownia Projektów i Analiz Technicznych****39-102 Lubzina, Brzezówka 145**

tel. (017) 221-23-39, tel kom. 603 162 984

REGON: 180095162

3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis**Halina Lis 39-102 Lubzina Brzezówka 145**

Nr PESEL : 50112904660

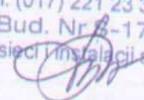
- upr. bud. Nr S - 177/94 ,

- uprawnienia energetyczne „D” ,

- Audytor Energetyczny Nr KAPE 99/101

(z listy MB BGK ZAE)

inż. HALINA LIS
39-102 Lubzina, Brzezówka 145
tel. (017) 221 23 39
Upr. Bud. Nr S-177/94
w zakresie sieci instalacji sanitarnych


4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1.	<i>mgr inż. Alicja Lis</i>	<i>Obliczenia zapotrzebowania ciepła, optymalizacja wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych</i>	<i>Kurs FPE przygotowujący do działalności audytora energetycznego nr 77/2005/1250</i>
2.			

5. Miejscowość**Dębica****Data wykonania opracowania****wrzesień 2008r.****6. Spis treści**

	str.
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne inwestora	5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	6
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	12
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	13
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	14
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	27
Załączniki do audytu	28

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 433,2	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	690,0	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	690,0	
7.	Liczba mieszkań / pomieszczeń	28	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	120	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	z sieci zakładowej	
11.	Współczynnik kształtu AV [1/m]	0,56	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodern.	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,00	0,21
2.	Dach / Stropodach	1,25	0,21
3.	Strop piwnicy	-	-
4.	Okna	3,0	1,3
5.	Drzwi / bramy	5,6	2,6
6.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,85	0,93
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,75
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały nawiewniki higrosterowane
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 520	2 142
4.	Liczba wymian [1/h]	-	-
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	79,5	36,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	6,3	6,3
3.	Sazonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	641,7	285,0
4.	Sazonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	886,3	227,7
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	82,8	82,8

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	836,3	-
7.	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]	73,26	32,54
8.	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]	101,18	25,99
9.	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]	356,81	91,66
8. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	44,53	47,94
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	4 792,00	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	30,74	30,74
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc***) [zł]	0,00	0,00
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	5,32	1,32
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	200 140	Miesięczna rata kredytu wraz z odsetkami [zł]	2 068
Oprocentowanie kredytu [%]	11,0%	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	68,0
Okres kredytowania [lata]	10	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	33 125
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Projekt Techniczny instalacji elektrycznej oświetlenia wykonany przez inż. B. Dziekana wykonana w 1990 r.
- Dokumentacja szkieletowa węzła wymiennikowego c.o. w budynku administracyjnym RPBP wykonana przez P. Andrzeja Szamota w październiku 1990 r.
- Książka obiektu opracowana przez inż. Tadeusza Poliwkę

3.2. Inne dokumenty

- Zapisy dotyczące kosztów ogrzewania i zużycia wody
- Obowiązująca taryfa dla ciepła
- Umowa na dostawę ciepła
- Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby audytu

3.4. Data wizji lokalnej

Wrzesień 2008 r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- poprawa standardu energetycznego budynku
- stworzenie odpowiednich warunków mikroklimatu w pomieszczeniach
- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy **150 000 zł ***)

*) w przypadku korzystania z premii termomodernizacyjnej

3.7. Przepisy, normy, podręczniki

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich użytkowanie. (Dz.U. 75, poz.690 z późniejszymi zmianami).
- Ustawa z 18.12.98 o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz.U. 162 poz. 1121) ze zmianami wg ustawy z 21 czerwca 2001 (Dz.U. poz.808).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14.02.2008 w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego (Dz.U. nr 33 poz. 102).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 14.01.2002 w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody. (Dz.U. 8 poz.70).
- Górnicki J.: Auditing energetyczny Wyd.NAPE S.A., Warszawa 2000
- Termomodernizacja budynków dla poprawy jakości środowiska. Praca zbiorowa pod red. J.Norwisa Biblioteka Poszanowania energii Wyd. NAPE S.A. Gliwice 2004 r.
- W.Pobakiewicz: Ocena cech energetycznych budynków Wymagania -Dane - Obliczenia Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii W-wa 2005
- W.Pobakiewicz: Ocena cech energetycznych budynków Wymagania -Dane -Obliczenia Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii W-wa 2005
- J.K.Pogorzelski, K. Kasperkiewicz, R.Geryło Budynki wielkopłytowe - wymagania podstawowe Zeszyt 11 i 12 Stan istniejący budynków wielkopłytowych, Obniżenie zużycia energii na cele grzewcze W-wa 2003

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	<input type="checkbox"/> wspólnota mieszkaniowa	<input type="checkbox"/> spółdzielcza	<input checked="" type="checkbox"/> komunalna
Przeznaczenie budynku	<input type="checkbox"/> mieszkalny	<input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy	<input checked="" type="checkbox"/> szkolny
Osiedle			
Adres	Szkoła Podstawowa Nr 10 ul. Kwiatkowskiego 2, 39-200 Dębica		
Budynek	<input checked="" type="checkbox"/> wolnostojący <input type="checkbox"/> segment w zabudowie szeregowej <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> blok mieszkalny, wielorodzinny		

Rok budowy	1965	Rok zasiedlenia	1965	
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż-cegła żerańska <input type="checkbox"/> UW 2-J <input type="checkbox"/> WUF-62 <input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO <input type="checkbox"/> inna, jaka:	<input type="checkbox"/> RWB <input type="checkbox"/> BSK <input type="checkbox"/> WUF-T <input type="checkbox"/> OWT-67 <input type="checkbox"/> "Stolica" <input type="checkbox"/> monolit	<input type="checkbox"/> RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75 <input type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> "Szczecin" <input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna <input type="checkbox"/> ramowa	
1) Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	412,4	11	Liczba klatek schodowych	2
2) Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	2 433,2	12	Liczba kondygnacji	2
3) Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztywów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii [m ³]	2 433,2	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,60
4) Powierzchnia użytkowa (pomieszczeń) ¹⁾ [m ²]		14	Liczba użytkowników	120
5) Powierzchnia korytarzy [m ²]		15	Liczba pomieszczeń ogółem	28
6) Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		16	Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m ²	26
7) Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy, przeznaczenie pomieszczeń: [m ²]		17	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m ²	4
8) Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		18	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m ²	0
9) Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	690,0	19	Liczba WC w łazience	0
10) Budynek podpiwniczony	nie	20	Liczba WC osobno	4

wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

wg PN-70/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.2. Dokumentacja fotograficzna





4.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły to budynek o dwóch kondygnacjach, niepodpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej.

Ściany zewnętrzne wykonane są z betonu komórkowego i cegły ceramicznej pełnej, obustronnie stykowane.

Stropodach wentylowany, ocieplony supremą grubości 5 cm, pokryty warstwą 2 cm gładzi cementowej i 2 x papą na lepiku. Dach stanowią płyty korytkowe oparte na ażurowych ściankach kolankowych.

Okna są drewniane, zniszczone, dla których współczynnik przenikania ciepła przyjęto $U=3,0$ $W/(m^2 \cdot K)$.

Drzwi zewnętrzne, są metalowe, wartość współczynnika przenikania przyjęto $U = 5,6$ $W/(m^2 \cdot K)$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	PRZEGRODY			OKNA		DRZWI	
		Położenie	Powierzchnia całkowita m^2	Powierzchnia do obl. strat ciepła m^2	U_k $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. okien m^2	U okna $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. drzwi m^2
1	Ściana zewnętrzna	N	241,5	225,4	1,00			
						70,1	3,0	
2	Ściana zewnętrzna	S	241,5	225,4	1,00			
						54,7	3,0	3,8
3	Ściana zewnętrzna	E	77,7	71,8	1,00			
						3,0	3,0	3,2
4	Ściana zewnętrzna	W	77,7	71,8	1,00			
						11,8	3,0	
5	Stropodach		360,0	375,4	1,25			
6	Podłoga I strefa			90,6	1,09			
7	Podłoga II strefa			284,8	0,52			

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

№	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 79,5
2.	Zamówiona moc cieplna dla c.o. i c.w.	q [kW] 85,8
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 641,7
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła (bez uwzględnienia sprawności)	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a] 73,26
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 886,33
6.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW 4792,00
	opłata za ciepło	zł/GJ 44,53
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0,00

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

№	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Budynek zasilany jest w ciepło na potrzeby ogrzewania z zakładowej sieci ciepłej za pośrednictwem węzła grupowego. Instalacja jest wykonana jako dwururowa z rozdzielaczem dolnym z odpowietrzaniem centralnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, z tradycyjnymi zaworami podpionowymi.
4.	Rolety grzejników	Żeliwne typu S-130, TA-1, Faviera
5.	Ciepłota grzejników	Nie
6.	Zawory termostatyczne	Nie
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p = 0,90$ $\eta_r = 0,85$ $\eta_w = 1,00$ $\eta_e = 0,95$ $\eta_{co} = 0,85$
8.	Liczba dni ogrzewania w sezonie/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2007	Nie wykonywano modernizacji

46. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest w podgrzewaczach elektrycznych.	
2.	Przewody i izolacja	Nie dotyczy	
3.	Obmierowanie	Pomiar zimnej wody dla całego budynku.	
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c	350	m ³ /rok

47. Charakterystyka wężla ciepłego lub kotłowni w budynku

Budynek zasilany jest w ciepło na potrzeby ogrzewania z zakładowej sieci ciepłej za pośrednictwem wężla grupowego. W budynku znajduje się rozdzielacz. Armatura odcinająca, regulacyjna i pomiarowa są w złym stanie technicznym, zawory są tradycyjne, przewody bez izolacji termicznej.

48. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna	
	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	2 520	

Przepływ powietrza odbywa się przez okna, drzwi, nieszczelności. Odpływ przewodami wywiewnymi prowadzonymi pionowo przy ścianach wewnętrznych. Wyloty przewodów wyprowadzone są ponad dach. Wentylacje są prawidłowo usytuowane.

49. Charakterystyka instalacji gazowej, przewodów kominowych

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Charakterystyka instalacji gazowej	Instalacja gazowa nie była inwentaryzowana, ponieważ nie ma wpływu na możliwe przedsięwzięcia termomodernizacyjne.	
2.	Charakterystyka przewodów kominowych	J.w.	

50. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Charakterystyka instalacji elektrycznej	Instalacja elektryczna nie była inwentaryzowana, ponieważ nie ma wpływu na możliwe przedsięwzięcia termomodernizacyjne.	

E. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

E.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych jest średni, tynki zewnętrzne budynku są zniszczone i wymagają uzupełnień. Występują również zarysowania na ścianach. Przegrody zewnętrzne, ściany i stropy nie posiadają wymaganej obecnie izolacyjności cieplnej.

Okna są w bardzo złym stanie, wypaczone i nieszczelne, niektóre skrzydła się nie otwierają bo są zamocowane na stałe. Współczynnik przenikania ciepła przyjęto $U=3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

E.2. System grzewczy

Instalacja centralnego ogrzewania jest w złym stanie technicznym, zawory są tradycyjne i nie umożliwiają regulacji, odpowietrzanie jest centralne. Brak izolacji termicznej przewodów.

E.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w podgrzewaczach elektrycznych. Punkty czerpalne wody są wyposażone w armaturę wodoszczędną.

Opis i zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela:

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
2		3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 1,00$ - stropodach $U = 1,25$ 	<p>Należy ocieplić przegrody zewnętrzne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $R \geq 4,0$ - dla stropodachu $R \geq 4,5$
2	<p>Okna są w złym stanie technicznym o współczynniku $U = 3,0$</p>	<p>Wymagana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku przenikania U nie większym niż 1,9</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna - w okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie.</p>	<p>Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.</p>
4	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej - Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest miejscowo przy pomocy elektrycznego podgrzewacza, armatura czerpalna jest wodoszczędna.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
5	<p>System grzewczy Instalacja i armatura typu tradycyjnego o niskiej sprawności regulacji. Zasilanie z węzła wymiennikowego, grzewczego. Przewody poziome skorodowane, bez izolacji termicznej. Odpowietrzanie centralne.</p>	<p>Możliwe uzyskanie oszczędności ciepła przez hermetyzację instalacji, podniesienie sprawności przesyłania, regulacji, stosowanie ograniczeń dobowych i tygodniowych.</p>

Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć

E. Termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian – metoda bezspoinowa (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu granulatem z wełny mineralnej metodą wdmuchiwania.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w wentylacji mechanicznej.	Wymiana okien. Wprowadzenie nawiewników do starych okien nie jest możliwe ze względu na zły stan techniczny.
4.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Modernizacja obejmująca wymianę instalacji, hermetyzację instalacji, montaż zaworów termostatycznych, izolację termiczną przewodów, regulację instalacji dostosowującą do zmniejszonych potrzeb cieplnych po termomodernizacji przegród budowlanych.

2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
	<p>Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego:</p> <p>Uspr. przez ściany zewnętrzne</p> <p>Uspr. przez stropodach</p> <p>Zmniejszenie strat przez przenikanie przez panele oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego</p>	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych</p> <p>Ocieplenie stropodachu</p> <p>Wymiana okien</p>
	<p>Ocieplenie ścian szczytowych i podłużnych rozpatruje się jako jedno usprawnienie ze względu na stałą wartość współczynnika przenikania ciepła i jednakowe koszty.</p>	

7.2. Wybór usprawnień termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym punkcie w kolejnych tabelach dokonuje się :

1) wyboru optymalnych usprawnień i wariantów termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego i na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

2) zestawienia wybranych usprawnień i wariantów w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu inwestycji, charakteryzującego każde usprawnienie (SPBT)

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termomodernizacji	Jednostki
Q_{12}, O_{12}	44,53	47,94	zł/GJ
Q_{2m}, O_{2m}	4 792,00	0,00	zł/MW m-c
A_{01}, A_{01}	0,00	0,00	zł/m-c
X_0, X_1, Y_0, Y_1	1	1	
t_{in}	20	20	°C
t_{out}	-20	-20	°C
Wzrost temperatury zewnętrznych	3 710,6	3 710,6	dzień K/rok
Stacja meteorologiczna: Tarnów			

12.21. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła (masz. przenikanie)	Przegroda:		
	Ściany zewnętrzne		

Długość powierzchni przegrody do obliczania strat	A =	447,9	m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} =	491,9	m ²

Dane wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu

EPS 15-40 o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ W/mK

Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m²K)/W

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
11	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,15	0,19	
12	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,75	4,75	
13	Oporość cieplna R	m ² K/W	1,05	4,80	5,80	
14	$Q_{0U}, Q_{1U} = 2,54 \cdot 10^8 \text{ Sd A/R}$	GJ/a	137,0	29,9	24,8	
15	$Q_{0U}, Q_{1U} = 10^6 \text{ A}(t_{0U} - t_{1U})/R$	MW	0,017	0,004	0,003	
16	Roczne oszczędność kosztów $\Delta Q_{0U} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_2 + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		5 134	5 379	
17	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		150	163	
18	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		73 778	80 172	
19	SPBT = N _u /ΔQ _{0U}	lata		14,4	14,9	
20	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,00	0,26	0,22	

Przebieg przyjętych wartości N_u:

Koszt przyjęty według opracowań Sekocenbud. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}).

Wariant: wariant 1	Koszt	73 778 zł	SPBT =	14,4	lat
--------------------	--------------	------------------	---------------	-------------	------------

2.2.2. Stopień spalczalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie

Wymiana okien

pow. Powierzchnia okien

$$A = 146,6 \text{ m}^2$$

wymiana okien

$$V_{nom} = \Psi = 2\,520 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$c_w = 1,0$$

$$V_{obl} = \Psi * c_m$$

pow. wentylatorów usprawnienia

rozwiązanie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych

właściwościach U:

$$U = 2,6 \quad a = 0,8$$

$$U = 1,3 \quad a < 0,3$$

z nawiewnikami higrosterowanymi

Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Współczynnik przenikania okien	U	W/m ² K	3,0	2,6	1,3
Współczynnik korekcyjne dla wentylacji c _r	-	1,0	1,00	0,85	
c _m	-	1,1	1,00	1,00	
	GJ/a	140,9	122,2	61,1	
	GJ/a	274,9	274,9	233,7	
	GJ/a	415,9	397,1	294,8	
	MW	0,0176	0,0152	0,0076	
	MW	0,0377	0,0343	0,0343	
	MW	0,0553	0,0495	0,0419	
Wartość oszczędności kosztów	zł/rok		901	5 806	
Wartość wymiany okien N _o	zł		74 741	98 189	
Wartość instalacji wentylacji N _v	zł		0	0	
Wartość całkowitej wartości N _c	lata		83,0	16,9	

Wartość jednostkowe wymiany okien w zł/m²/zł wg cen firm wykonujących montaż okien i drzwi

146,6 m ² *	510,00 zł/m ² =	74 741 zł
146,6 m ² *	670,00 zł/m ² =	98 189 zł

Koszt 98 189 zł SPBT = 16,9 lata

Wykaz przedsięwzięć optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Wykaz optymalizowanych usprawnień termomodernizacyjnych zmierzających do zmniejszenia strat ciepła w wyniku zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Nazwa zakresu usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT
2	zł 3	lata 4
Zaplanowane usprawnienie dachu	21 600	3,6
Zaplanowane usprawnienie ścian zewnętrznych	73 778	14,4
Wymiana okien	98 189	16,9

2.2.3. Dane i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane:
 $Q_{0co} = 641,7$ GJ/a
 $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$
 $\eta_0 = 0,72$

Wprowadzają się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

- 1. wymiana instalacji, hermetyzacja, montaż zaworów termostatycznych, izolacja termiczna przewodów, regulacja hydrauliczna z dostosowaniem do zmniejszonych potrzeb ciepłych po przeprowadzonym ociepleniu przegrób budowlanych.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
	przed	po
1. wprowadzanie ciepła - budowa kotłowni gazowej	$\eta_w = 1,00$	$\eta_w = 0,95$
2. wprowadzanie ciepła - izolacja termiczna przewodów	$\eta_p = 0,90$	$\eta_p = 0,95$
3. regulacja systemu ogrzewania $\eta_{co}=0,85 \rightarrow 0,95$	$\eta_r = 0,85$	$\eta_r = 0,93$
4. wprowadzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_e = 0,95$	$\eta_e = 0,95$
5. sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,72$	$\eta = 0,80$
6. wypełnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - regulacja czasu pracy instalacji c.o.	$w_{t0} = 1,00$	$w_{t0} = 0,85$
7. wypełnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - regulacja czasu pracy instalacji c.o.	$w_{d0} = 1,00$	$w_{d0} = 0,75$

2.2.4. Porównanie przedsięwzięcia

Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1. Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,72	0,80
2. Wypełnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	0,85
3. Wypełnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	0,75
4. Zmniejszenie kosztów ΔO_{rco}	zł/a		15 173
5. Wartość przedsięwzięcia	zł		120 000
6. SPBT	lata		7,9

Wycenę kosztów wg pracowań Sekocenbud i kalkulacji własnej.

koszt
 Wymiana instalacji, hermetyzacja, montaż zaworów termostatycznych, izolacja termiczna przewodów, budowa kotłowni gazowej, przyłącze gazowe 120 000 zł

Warianty wariant:	Koszt	120 000 zł	SPBT = 7,9
-------------------	-------	------------	------------