

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	ulica: Al. Jana Pawła II 78 kod: 31-571 miejscowość Kraków gmina: Kraków województwo: małopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Sławomir Gubała tytuł zawodowy: mgr inż.. nr opracowania aud1

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.	Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2.	
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie ul. Jana Pawła II 78 kod 31-571 Kraków	1.4. Adres budynku	ul. Jana Pawła II 78 kod 31-571 Kraków gmina Kraków woj. małopolskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt Venteco Sławomir Gubała Regon 122507440 Osieczany 559; 32-400 Myślenice				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Sławomir Gubała				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwika, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1				
2				
3				
4				
5.	Miejscowość	Kraków	Data wykonania opracowania	21.05.2021
6. Spis treści				
1.	Strona tytułowa			
2.	Karta audytu energetycznego			
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy p'opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5.	Ocena stanu technicznego budynku			
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8.	Opis wariantu optymalnego			

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	4	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	24 059	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	4 353	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 353	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	728	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	wymyennikownia MPEC	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	C.O. wodne zasilane z węzła MPEC	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,18	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed trermomodernizacją	Stan po trermomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,99	0,19
2.	Dach / stropodach	0,50	0,14
3.	Podłoga na gruncie	0,24	0,24
4.	Okna	1,7	0,9
5.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,70	0,98
3.	Sprawność regulacji	0,70	0,99
4.	Sprawność wykorzystania	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna/mechan.	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	29 199	29 199
4.	Liczba wymian [l/h]	1,21	1,21
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	593,5	210,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	134	134,0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	4 655,15	2026,85
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	9 598,25	2111,30
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	1 406,2	1406,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

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]	53,75	23,40
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]	110,83	24,38
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]	612,53	134,74
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	48,9	48,9
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	10 341	10 341
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	11,5	11,5
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc***) [zł]	10 341	10 341
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	4,36	1,90
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	2 019 698	Miesięczna rata kredytu wraz z odsetkami [zł]	34 466
Oprocentowanie kredytu [%]	13%	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	68,044727
Okres kredytowania [lata]	5	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	413 589

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Program Funkcjonalno Użytkowy

3.2. Inne dokumenty

3.3. Osoby udzielające informacji

3.4. Data wizji lokalnej

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)
- obniżenie kosztów ogrzewania budynku

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy 100 000 zł.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	AWF		
Własność	AWF	X	spółdzielcza
Przeznaczenie budynku	mieszkalny		komunalna
Osiedle			inny x
Adres			
Budynek	wolnostojący x		segmet w zabudowie szeregowej
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny

Rok budowy				Rok zasiedlenia			
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75 "Szczecin"	
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	X	tradycyjna ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	2 220,72	11	Liczba klatek schodowych	2		
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	-	12	Liczba kondygnacji	4		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m3]	24 058,80	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	zmienna		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m2]	-	14	Liczba mieszkańców	-		
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	-		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m2]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m2] podać przeznaczenie pomieszczeń		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	4 353	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m2]	4 353	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-		

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 3 kondygnacjach nadziemnych podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej

Okna aluminiowe do wymiany. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Drzwi wejściowe , $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U_K W/(m ² .K)	Pow. okien m ²	U okna W/(m ² .K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² .K)
1	ściana przy gruncie	267,1	267,1	0,55				
2	ściana zewnętrzna	2387,0	2387,0	0,99	392,9	1,7	58,7	1,7
5	dach	415,0	415,0	0,50				
6	Podłoga na gruncie	2263,8	2263,8	0,24				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	593,5
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	727,5
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	4655,15
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m³a]	53,7
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	9 598,25
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	10340,92
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,9
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	ogrzewanie zasilane z węzła MPEC
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	favier
5.	Oslonięcie grzejników	-
6.	Zawory termostaticzne	-
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p = 0,70$ $\eta_r = 0,70$ $\eta_w = 0,99$ $\eta_e = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	-

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowana w węźle cieplnym MPEC
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan przewodów i izolacji dobry.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Nie ma
4.	Zużycie ciepłej wody w m³/m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna/ mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m³/h	29 199

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

do przebudowy

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w kiepskim stanie oraz niskiej szczelności. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2. System grzewczy

System grzewczy oparty na wymiennikowni MPEC. Konieczna wymiana instalacji wraz z elementami grzejnymi.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

CWU przygotowywana w węźle cieplnym MPEC

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
	Przegrody zewnętrzne	
1	Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości oporów przenikania ciepła R [m ² K/W] - ściana przy gruncie R= 1,82 - ściany zewnętrzne R= 1,01 - dach R= 2 - podłoga na gruncie R= 4,2	Należy docieplić przegrody zewnętrzne
2	Okna są nieszczelne w średnim stanie technicznym o współczynniku U = 1,7	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 0,9
3	Wentylacja - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji nawiewno- wywiewnej z odzyskiem ciepła
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - cwu przygotowywana jest obecnie w wymiennikowni MPEC	-
5	System grzewczy - instalacja z rur stalowych z grzejnikami typu Favier zasilana z węzła cieplnego MPEC	Przewiduje się wymianę instalacji c.o., wraz z elementami grzejnymi i armaturą regulacyjną.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
3	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi	Wymiana okien i drzwi
4	Podwyższenie sprawności instalacji co	montaż instalacji c.o., grzejnikowej, wraz z kotłami gazowymi

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu
	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi	Wymiana okien i drzwi
	Podwyższenie sprawności instalacji co	montaż instalacji c.o., grzejnikowej, wraz z kotłami g
Uwagi:		

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego modernizacji instalacji c.o.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_i	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_e	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych	3982	3982	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{lm},$	10340,92	10340,92	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{lz},$	48,9	48,9	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 415 m ² A_{kosz} = 415,00 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie połaci dachowych płytami z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się wariant z 0,2m warstwą ocieplenia						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,2		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,41		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,00	7,41		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	71,4	19,3		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,008	0,002		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		3 292		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		74 700		
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		22,7		
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,50	0,14		
Podstawa przyjętych wartości N_U 						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 74 700 zł		SPBT= 22,7 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 2387,02 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 2387,02 m²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/mK .						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,2	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,17	5,56	6,94
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,01	5,17	6,56	7,95
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	814,7	158,7	125,1	103,3
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,095	0,018	0,014	0,012
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		37 313	39 224	40 462
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120	130	140
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		286 442	310 313	334 183
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		7,7	7,9	8,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,99	0,19	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	286 442 zł	SPBT=	7,7 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien

Przedsięwzięcie

Wymiana okien

Dane:

powierzchnia okien

A_{ok}

=

392,92

m^2

V_{nom}

=

Ψ

=

29 199

m^3/h

C_w

=

1

V_{obl}

=

$\Psi * C_m$

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:

wariant 1 : okna

$U = 0,9$

$a = 0,6$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1		3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m^2K	1,7	0,9		
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,1	0,00		
	C_m	-	1,2	0,00		
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	229,8	121,7		
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	3760,1	0,0		
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	3989,9	121,7		
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0267	0,0141		
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4765	0		
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,5032	0,0141		
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		249 848		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		1 291 155		
11	Koszt nawiewników	zł		0		
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		5,2		

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wybrany wariant : 1

Koszt : 1 291 155 zł

SPBT= 5,2 lat

7.2.4. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło dla wentylacji

Dane: $Q_v = 3\,793,28 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,3890 \text{ MW}$

Opis:

Usprawnienie wentylacji proponuje się przez zastosowanie central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła. Założono sprawność odzysku ciepła 70%

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na wentylację.	GJ/a	3 793,28	1138,0
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,3890	0,1167
3.	Koszt podgrzewania powietrza went.	zł/a	233 763	70 129
	Oszczędność	zł/a		163 634
4.	Koszt modernizacji	zł		1 025 164
5.	SPBT	lata		6,3

KOSZT	1 025 164 zł	SPBT	6,3 lat
--------------	--------------	-------------	---------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	74 700	22,7
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	286 442	7,7
3	Wymiana okien	1 291 155	5,2
4	Modernizacja wentylacji	1 025 164	6,3

--

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 4\,655,15 \text{ GJ/a}$

$w_{t0} = 1$

$w_{d0} = 1$

$\eta_0 = 0,485$

Przewiduje się montaż instalacji c.o. grzejnikowej zasilanej z proj. Kotłów gazowych

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 1,0$	$\eta_w = 1,0$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,7$	$\eta_p = 0,98$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,7$	$\eta_r = 0,99$
4	wykorzystanie ciepła - usunięcie osłon grzejników	$\eta_e = 1$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,485$	$\eta_p = 0,96$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,0$	$w_t = 1,0$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,0$	$w_d = 1$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu grzewczego η	-	0,485	0,96
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,0	1,0
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,0	1
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		232233
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		275 527
6	SPBT	lata		1,2

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod
- b. względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skróty określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3. stosuje się skróty

- dach - ocieplenie dachu
- okna - wymiana okien na okna szczelne, o niższym U
- instalacja cwu - usprawnienie instalacji c.w.u.
- instalacja co - usprawnienie instalacji ogrzewania

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
okna	X	X	X	X				
Ściany	X	X	X					
Dach	X	X						
Wentylacja	X							
Instalacja co	X	X	X	X	X			

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$$

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0, W_{d0}	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_1, W_{d1}	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	4655,2	593,5	0,485 1,0	1406,2	134	11004,45	727,50	628 394		
1	2026,9	210,9	0,96	1406,2	134,0	3517,50	344,90	214 805	413 589	2 952 988
2	3632,2	469,8		1406,2	134,0	5189,78	603,80	328 707	299 687	1 927 824
3	3913,4	502,6		1406,2	134,0	5482,62	636,60	347 096	281 298	1 853 124
4	4540,2	580,8		1406,2	134,0	6135,53	714,80	388 728	239 666	1 566 682
5	4655,2	593,5		1406,2	134,0	6255,31	727,50	396 161	232 233	275 527

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczna rata kapitałową wraz z odsetkami
					zł	zł	$[(Q_0-Q_1)/Q_0]*100\%$ %
1	2	3	4	5	6		7
1	wszystkie usprawnienia	2 952 988	413 589	68,0	933 290	32%	0
					2 019 698	68%	
2	dach ściany okna inst. c.o.	1 927 824	299 687	52,8	464 348	24%	0
					1 463 476	76%	
3	okna ściany inst. c.o.	1 853 124	281 298	50,2	479 451	26%	0
					1 373 673	74%	
4	okna inst. c.o.	1 566 682	239 666	44,3	396 310	25%	0
					1 170 372	75%	
5	inst. c.o.	275 527	232 233	43,2	0	0%	0
					275 527	100%	

Uwaga:

r= 13%

q= 1+ r/12= 1,01083

m= 60 miesięcy

A = 0,75*S*q^m(q-1)/(q^m-1)= 0,01706 *S

Miesięczna rata kapitałowa A wynosi:

$$r = 13\%$$

$$q = 1 + r/12 = 1,01083$$

$$m = 60$$

$$A = 0,75 \cdot S \cdot q^m (q-1) / (q^m - 1) = 0,01706 \cdot S$$

usprawienie	1	2	3	4	5
dopuszczalna rata kredytu A	34465,75	24973,94	23441,46	19972,17	19352,73
dopuszczalny kredyt $S = A/0,01120$	2 019 698	1 463 476	1 373 673	1 170 372	1 134 073
koszt inwestycji	2 952 988	1 927 824	1 853 124	1 566 682	275 527
różnica - wkład własny	933 290	464 348	479 451	396 310	0
% wkładu własnego	32%	24%	26%	25%	0%

Jeżeli wymagany wkład własny jest <20% należy przyjąć wartość tabeli poniżej

20% wkład własny	590598	385565	370625	313336	55105
rata kredytu	10078,4	26318,4	25298,6	21388,1	3761,5

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- ocieplenie dachu
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymianę okien
- kompleksową modernizację systemu wentylacyjnego
- kompleksową modernizację systemu grzewczego

Przedsięwzięcie to spełnia warunki:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 68%, czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt, stanowiący 68% kosztów;
3. środki własne inwestora wyniosą 933290 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Nie ma różnicy pomiędzy 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczna rata kredytu i odsetek , czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżących oszczędności kosztów ciepła i pozostaje jeszcze znacząca nadwyżka.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. Ocieplenie dachu | Koszt robót 74700 zł. |
| 1. Ocieplenie ścian zewnętrznych | Koszt robót 286442 zł. |
| 2. wymianę okien | Koszt robót 1291155 zł. |
| 3. modernizacja wentylacji | Koszt robót 1025164 zł. |
| 4. Modernizacja instalacji c.o. | Koszt robót 275527 zł. |

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	2 952 988,1 zł
Udział środków własnych inwestora:	933 290,3 zł
Kredyt bankowy:	2 019 697,8 zł
Wielkość raty miesięcznej (przy $r=13\%$)	34 465,7 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	7,1 zł

8.3. Dalsze działania

Dalsze 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. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 3 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 0,99$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,7$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 0,7$$

4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 1$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1$$

Załącznik nr 2

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym		
1	Liczba użytkowników OS =	728 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika $V_{OS} =$	0,028 m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	20,384 m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} = V_{dsred} / 8 =$	2,55 m ³ /h
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (55 - 10) / 10^6$	0,189 GJ/m ³
6	Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 =$	134 kW
7	Roczne zużycie cwu $V_{cw} = V_{dsred} * 365 =$	7440,2 m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu $Q_{cw} =$	1406,2 GJ
9	Koszt przygotowanie cwu $Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	85 391 zł
10	Koszt wody zimnej $V_{cw} * 5,38 =$	40 028 zł
11	Sumaryczny koszt roczny cwu	125 419 zł
12	Średni koszt 1 m ³ cwu	16,86 zł/m ³

Załącznik nr 3

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	210,9	2026,85
2	469,8	3632,24
3	502,6	3913,36
4	580,8	4540,16
5	593,5	4655,15
stan istniejący	593,5	4655,15