

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku Zespołu Szkół w Rzezawie

Adres budynku	miejsowość: kod pocztowy: gmina województwo:	Rzezawa, ul. Szkolna 11 32-765 Rzezawa małopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania	Maciej Ziobro mgr inż. 121/2019

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że audyt energetyczny dla budynku Zespołu Szkół w Rzezawie jest zgodny z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej, wytycznymi i zaleceniami Inwestora.

Wykonawca:

Maciej Ziobro
nr wpisu do Rejestru: 8145
nr leg. ZAE: 1736



Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica

(nazwa uczelni lub jednostki prowadzącej studia podyplomowe)

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

(nazwa podstawowej jednostki organizacyjnej uczelni)

ŚWIADECTWO UKOŃCZENIA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH

Pan(i) mgr inż. Maciej ZIOBRO

urodzon y w dniu 11 lutego 1985 r. w Rzeszowie

ukończył... w roku 2010 dwu - semestralne studia podyplomowe w zakresie

(liczba semestrów)

Audyting energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz

certyfikacji energetycznej budynków z wynikiem bardzo dobry



KIEROWNIK
podstawowej jednostki organizacyjnej

Prof. dr hab. inż. Janusz Kowal
(pieczęć i podpis)

REKTOR lub KIEROWNIK
jednostki organizacyjnej prowadzącej studia

PROREKTOR AGH
ds. Nauki

Prof. dr hab. inż. Tomasz Szumac
(pieczęć i podpis)

Kraków, dnia 4.12.2010 r.

(miejscowość)

Nr 1006

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	ok. 1980
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Urząd Gminy Rzeszawa	1.4. Adres budynku miejsc. Rzeszawa, ul. Szkolna 11 kod 32-765 gmina Rzeszawa woj. małopolskie	
2. Nazwa i adres podmiotu wykonującego audyt Entip Maciej Ziobro ul. Myśliwska 63/20, 30-718 Kraków NIP: 819-158-39-84			
3. Imię i nazwisko, PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Maciej Ziobro, 85021118259, 30-718 Kraków, ul. Myśliwska 63/20 nr wpisu do Rejestru: 8145 nr leg. ZAE: 1736 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	-	-	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Kraków	Data rozpoczęcia prac	styczeń 2019
		Data zakończenia prac	luty 2019
6. Spis treści 1. Strona tytułowa 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy 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 9. Załączniki			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	murowana	murowana
2	Liczba kondygnacji	4	4
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	19017,00	19017,00
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	5208,60	5208,60
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m2]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	5208,60	5208,60
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	300	300
9	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł gazowy	kocioł gazowy
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł gazowy	kocioł gazowy
11	Współczynnik A/V [1/m]	0,27	0,27
12	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2•K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,442/0,462/0,524	0,193/0,194/0,189
2	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,263/0,200/0,205	0,148/0,200/0,205
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,319	0,319
5	Okna, drzwi balkonowe	1,300/1,600	0,900
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,600/2,000	1,300
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,94	0,97
2	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,88	0,88
2	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,85
4	Sprawność akumulacji [-]	1	1
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna/mechaniczna	grawitacyjna/mechaniczna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności/kratki wentylacyjne	nieszczelności/kratki wentylacyjne
3	Strumień powietrza zewnętrznego [m3/h]	27680,6	27680,6
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,46	1,46

6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	502,771	397,72305
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	20,26	18,24
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3073	2362
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	5307	3075
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	144	130
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2*rok)]	163,9	126
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2*rok)]	283,05	164
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0,8
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	40,10	40,10
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	4 264	4 264
3	Koszt przygotowania 1 m3 ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m3]	32,20	32,20
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)]	3,82	2,30
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	148,83
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	41,21%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 439 713	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		95 562	

1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

2) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla sys- temu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Inwentaryzacja budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną, z późn. zm.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r., z późn. zm, w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 6 listopada 2008r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- p. Katarzyna Włodarczyk - pracownik UG Rzeszawa
- p. Mariusz Palej - wójt Gminy Rzeszawa
- p. Leszek Nawrocki - osoba odp. za sprawy techniczne w ZS

3.4. Data wizji lokalnej

luty 2019

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Zmniejszenie emisji pyłów do atmosfery
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - docieplenie ścian zewnętrznych oraz ścian fundamentowych
 - wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
 - ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją
 - wymiana kotła c.o., montaż głowic termostatycznych, sterowania pogodowego, montaż ciepłomierza
 - wymiana oświetlenia na led
 - montaż perlatorów
 - wymiana wentylacji mechanicznej na sali gimnastycznej

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	-	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	-	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	32-765 Rzezawa, ul. Szkolna 11		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		ok. 1980		Rok zasiedlenia		ok. 1980	
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 [m ²]	3034,82	10	Budynek podpiwniczony	nie		
2	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	19017,00	11	Liczba klatek schodowych	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, loggii i galerii [m ³]	19017,00	12	Liczba kondygnacji	4		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań [m ²]	0,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,5/3,25/3,0/5,2/7,4		
5	Powierzchnia użytkowa innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	5538,72	14	Liczba mieszkańców (użytkowników)	300		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0,00					
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy podać przeznaczenie pomieszczeń" archiwum, pom. magazynowe [m ²]	0,00	15	Liczba mieszkań	0		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	0,00	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0		
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	5208,60	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0		

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek Zespołu Szkół w Rzezawie składa się z 5 części połączonych ze sobą: budynek główny (segment A, segment B i segment C), łącznik oraz hala sportowa. Łącznik oraz hala sportowa wybudowane w 2002 roku.

Budynek główny jest 4 kondygnacyjny (3 piętra użytkowe oraz poddasze nieużytkowe), niepodpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Budynek jest ocieplony styropianem (grubość 5 cm). Dach konstrukcji stalowej, wielospadowy. Okna w segmencie A są w dobrym stanie technicznym, wykonane z PCV. Okna w segmencie B i C są drewniane, w złym stanie technicznym.

Budynek łącznika oraz hala sportowa są to budynku jednokondygnacyjne (w hali sportowej częściowo zaprojektowano dwie kondygnacje - druga pełni rolę tryb dla hali sportowej). Budynku wykonane w technologii tradycyjnej, ocieplone styropianem (5 cm). Okna wykonane z PCV w umiarkowanym stanie technicznym.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Symbol	d	R _i	R _e	R	U	U _{max} *
	m	m ² · K/W	m ² · K/W	m ² · K/W	W/m ² · K	W/m ² · K
Podłoga na gruncie	0,406	1,644		3,138	0,319	0,300
Ściana zewnętrzna - hala	0,410	0,130	0,040	2,166	0,462	0,200
Ściana zewnętrzna - budynek główny (I, II p)	0,630	0,130	0,040	2,263	0,442	0,200
Ściana zewnętrzna - budynek główny (parter)	0,680	0,130	0,040	1,910	0,524	0,200
Strop pod nieogrzewanym poddaszem - bud. gł.	0,455	0,100	0,100	2,692	0,371	0,150
Strop hala	0,150	0,100	0,100	4,888	0,205	0,150
Dach łącznik	0,295	0,100	0,040	4,998	0,200	0,150
Okna zewnętrzne - hala					1,100	0,900
Okno zewnętrzne N - budynek główny					1,300	0,900
Okno zewnętrzne S - budynek główny					1,600	0,900
Drzwi zewnętrzne - N					1,600	1,300
Drzwi zewnętrzne - S					2,000	1,300

*WT2021

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na c.o.	[kW]	502,8
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	20,3
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 073,0
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	5 307,0
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	zł/MW	4 264,5
	opłata zmienna (za ciepło + przesył)	zł/GJ	40,1
	opłata abonamentowa	zł	148,8

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja c.o. zasilana z dwóch kotłów gazowych zainstalowanych kaskadowo (Domomax DXN 163)
2.	Parametry pracy instalacji	100/80
3.	Przewody w instalacji	Przewody częściowo poprowadzone po ścianach, częściowo w ścianach, nieocieplone
4.	Rodzaje grzejników	Instalacja c.o. wyposażona w grzejniki panelowe
5.	Oślonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	na części grzejników w złym stanie technicznym
7.	Zabezpieczenie	-
8.	Odpowietrzenie	-
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5/24
10	Modernizacja instalacji po roku 1984	tak

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,94
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,58
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa dostarczana z kotłów gazowych funkcjonujących w instalacji c.o. Zainstalowano zbiornik z wymiennikiem ciepła
2.	Piony i ich izolacja	Przewody zaizolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zbiornik akumulacyjny	W dobrym stanie technicznym

4.g. Charakterystyka wężla ciepłego

nie dotyczy

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna/mechaniczna (hala sportowa)
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	27 681

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Symbol	R	U	U _{max} * -
	m ² · K/W	W/m ² · K	W/m ² · K
Ściana zewnętrzna - hala	2,166	0,462	0,200
Ściana zewnętrzna - budynek główny (I, II p)	2,263	0,442	0,200
Ściana zewnętrzna - budynek główny (parter)	1,910	0,524	0,200
Strop pod nieogrzewanym poddaszem - bud. gł.	3,803	0,263	0,150
Strop hala	4,888	0,205	0,150
Dach łącznik	4,998	0,200	0,150

*WT 2021

5.2. Okna i drzwi

Symbol	R	U	U _{max} *
	m ² · K/W	W/m ² · K	W/m ² · K
Okna zewnętrzne - hala		1,100	0,900
Okno zewnętrzne N - budynek główny		1,300	0,900
Okno zewnętrzne S - budynek główny		1,600	0,900
Drzwi zewnętrzne - N		1,600	1,300
Drzwi zewnętrzne - S		2,000	1,300

*WT 2021

5.3 System grzewczy

Instalacja c.o. zasilana z dwóch kotłów gazowych działających w układzie kaskadowym. Kotły wyeksploatowane. Przewody instalacji rozprowadzone częściowo po ścianach, nieizolowane. Grzejniki w segmencie C, łączniku oraz hali płytowe, w segmencie A i B żeliwne. Na części zawory termostatyczne jednak w złym stanie technicznym, wymagające wymiany.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa ze zbiornika (z wymiennikiem ciepła) zasilanego w kotłów c.o.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Jedynie hala sportowa posiada wentylację mechaniczną, w złym stanie technicznym, wymagającą wymiany.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła Drzwi zewnętrzne oraz okna mają niezadowalające współczynniki przenikania ciepła Strop nad ostatnią kondygnacją ma niezadowalający współczynnik przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny. Należy wymienić drzwi zewnętrzne oraz okna na spełniające wymagany obecnie opór cieplny. Należy ocieplić strop nad ostatnią kondygnacją
2	<u>Wentylacja grawitacyjna/wentylacja mechaniczna</u>	Istnieje konieczność wymiany wentylacji mechanicznej w hali sportowej z uwagi na wadliwe jej działanie.
3	<u>Instalacja centralnego ogrzewania</u>	Należy kompleksowo zmodernizować instalację c.o. tzn wymienić kotły na nowe oraz całą instalację (przewody, grzejniki oraz zawory termostatyczne). Należy zamontować ciepłomierz.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u>	Istnieje możliwość ograniczenia zużycia wody poprzez montaż perlatorów.
5	<u>Oświetlenie</u> Obecnie zamontowane oprawy cechują się dużym stopniem zużycia. Konieczne są częste wymiany świetlówek. Obecnie zamontowane oświetlenie jest bardzo zróżnicowane	Istnieje możliwość wymiany oświetlenie na led.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne.	Ocieplenie ścian - styropian
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi oraz okna zewnętrzne	Wymiana drzwi i okien zewnętrznych.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad ostatnią kondygnacją (budynek główny)	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją - wełna mineralna
4	Zwiększenie sprawności systemu c.o. oraz cwu	Kompleksowa wymiana instalacji c.o., montaż zaworów termostatycznych, sterowania pogodowego oraz ciepłomierza.
5	Ograniczenie zużycia energii elektrycznej oraz zwiększenie komfortu pracy	Wymiana oświetlenia na led.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Zaleca się docieplić ściany zewnętrzne budynku oraz strop nad ostatnią kondygnacją. Zaleca się wymianę okien i drzwi zewnętrznych.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	0,0	0,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych	3 748	3 748	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
dla stropu nad piwnicą	1 874	1 874	
$O_{0m}, O_{lm},$	4 264	4 264	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{lz},$	40,10	40,10	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$	148,83	148,83	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - parter		
Dane:				A = 636,1 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 636,1 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,031 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥5,00 (m ² K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 5,00 (m ² K)/W						
wariant 3: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,90	3,23	3,55
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,908	4,812	5,134	5,457
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	107,9	42,8	40,1	37,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0133	0,0053	0,0050	0,0047
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		3 020	3 144	3 255
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120	130	140
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		76 332	82 693	89 054
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		25,28	26,30	27,36
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,524	0,208	0,195	0,183
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Ceny jednostkowe usprawnienia przyjęto na podstawie wyceny przeprowadzonej przez firmy remontowo-budowlane.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :	82 693 zł	SPBT=	26,30 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - I, II.p		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1266,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	1266,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00$ (m ² K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00$ (m ² K)/W						
wariant 3: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,09	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,58	2,90	3,23
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,262	4,843	5,166	5,488
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A U_c$	GJ/a	181,2	84,7	79,4	74,7
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0224	0,0105	0,0098	0,0092
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		4 479	4 727	4 946
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		110	120	130
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		139 260	151 920	164 580
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		31,09	32,14	33,28
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,442	0,206	0,194	0,182
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Ceny jednostkowe usprawnienia przyjęto na podstawie wyceny przeprowadzonej przez firmy remontowo-budowlane.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		151 920 zł	SPBT= 32,14 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - łącznik, hala		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	970,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	970,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 3: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,09	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,58	2,90	3,23
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,165	4,745	5,068	5,390
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A U_c$	GJ/a	145,1	66,2	62,0	58,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0179	0,0082	0,0077	0,0072
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 660	3 854	4 028
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		110	120	130
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		106 700	116 400	126 100
9	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		29,15	30,20	31,31
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,462	0,211	0,197	0,186
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe usprawnienia przyjęto na podstawie wyceny przeprowadzonej przez firmy remontowo-budowlane.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		116 400 zł	SPBT= 30,20 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad ostatnią kondygnacją - bud. główny		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 1495,0 m ² A_{kosz} = 1495,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,034 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 (m^2 \cdot K)/W$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 (m^2 \cdot K)/W$						
wariant 3: o grubości 1 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,82	4,12	4,41
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,695	6,52	6,81	7,11
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	179,6	74,3	71,1	68,1
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0222	0,0092	0,0088	0,0084
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		4 888	5 037	5 177
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120	130	140
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		179 400	194 350	209 300
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		36,70	38,59	40,43
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,371	0,153	0,147	0,141
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe usprawnienia przyjęto na podstawie wyceny przeprowadzonej przez firmy remontowo-budowlane.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	194 350 zł	SPBT=	38,6 lat	

7.2.5. Wycena działań modernizacyjnych, których celem jest poprawa efektywności energetycznej budynku

Lp.	Omówienie	Koszt [zł]
1	Montaż perlatorów wody	2 000
2	Wymiana systemu wentylacji mechanicznej w hali sportowej	80 000
3	Wymiana oświetlenie na led	69 300

Suma	176 420
------	---------

Podstawa przyjętych wartości N_U

Źródła i cenniki branżowe

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien PCV - bud główny

Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 315 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

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

wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,3	0,9
2	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	133	92
3	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3050	3050
4	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	3183	3142
5	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0164	0,0113
6	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4141	0,4141
7	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,4305	0,4254
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		1 905
9	Koszt jednostkowy okien	zł/m ²		460
10	Koszt wymiany okien			144 900
11	$SPBT = N / \Delta O_{ru}$	lata		76,06

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wyceny dokonano na podstawie ofert firmy specjalizujących się w produkcji i montażu stolarki

Wybrany wariant : 1	Koszt : 144 900 zł	SPBT= 76,1 lat
---------------------	--------------------	----------------

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien drewno - bud główny

Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 417 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

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

wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,6	0,9
2	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	216	122
3	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3050	3050
4	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	3266	3172
5	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0267	0,0150
6	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4141	0,4141
7	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,4408	0,4291
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		4 368
9	Koszt jednostkowy okien	zł/m ²		460
10	Koszt wymiany okien			191 820
11	$SPBT = N / \Delta O_{ru}$	lata		43,91

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wyceny dokonano na podstawie ofert firmy specjalizujących się w produkcji i montażu stolarki

Wybrany wariant : 1	Koszt : 191 820 zł	SPBT= 43,9 lat
---------------------	--------------------	----------------

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien - hala wraz z montażem żaluzji fasadowych

Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 183 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U wraz z montażem żaluzji fasadowych sterowanych elektronicznie

wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,1	0,9
2	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	65	53
3	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3050	3050
4	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	3115	3103
5	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0081	0,0066
6	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4141	0,4141
7	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,4222	0,4207
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		558
9	Koszt jednostkowy okien + koszt żaluzji fasadowych	zł/m ²		1 210
10	Koszt wymiany okien			221 430
11	$SPBT = N/\Delta O_{ru}$	lata		396,86

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wyceny dokonano na podstawie ofert firmy specjalizujących się w produkcji i montażu stolarki

Wybrany wariant : 1	Koszt : 221 430 zł	SPBT= 396,9 lat
---------------------	--------------------	-----------------

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych	Przedsięwzięcie
	Wymiana drzwi zewn. - "N"

Dane: powierzchnia drzwi zewnętrzny $A = 13 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

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

wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,6	1,3
2	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	7	5
3	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{\text{nom}} \cdot S_d$	GJ/a	3050	3050
4	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	3057	3055
5	$10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0008	0,0007
6	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{\text{nom}} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4141	0,4141
7	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,4149	0,4148
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		85,32
9	Koszt jednostkowy drzwi N	zł/m ²		700
10	Koszt wymiany drzwi N			9 100
11	$SPBT = N / \Delta O_{ru}$	lata		106,66

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wyceny dokonano na podstawie cenników katalogowych dostępnych na stronach internetowych producentów drzwi zewnętrznych.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 9 100 zł	SPBT= 106,7 lat
----------------------------	-------------------------	------------------------

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych	Przedsięwzięcie
	Wymiana drzwi zewn. - "S"

Dane: powierzchnia drzwi zewnętrzny $A = 14 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

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

wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2	1,3
2	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	9,1	5,9
3	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{\text{nom}} \cdot S_d$	GJ/a	3050	3050
4	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	3059	3056
5	$10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0011	0,0007
6	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{\text{nom}} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,4141	0,4141
7	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,4152	0,4148
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		147,73
9	Koszt jednostkowy drzwi N	zł/m ²		700
10	Koszt wymiany drzwi N			9 800
11	$SPBT = N / \Delta O_{ru}$	lata		66,34

Podstawa przyjętych wartości N_U

Wyceny dokonano na podstawie cenników katalogowych dostępnych na stronach internetowych producentów drzwi zewnętrznych.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 9 800 zł	SPBT= 66,3 lat
----------------------------	-------------------------	-----------------------

7.2.8. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane wyjściowe:

$$Q_{ocw} = 144,42 \text{ GJ} \\ 40117,71 \text{ kWh}$$

$$q_{cwu} = 0,0203 \text{ MW}$$

Po modernizacji:

$$Q_{ocw} = 129,98 \text{ GJ} \\ 36105,94 \text{ kWh}$$

$$q_{cwu} = 0,0182 \text{ MW}$$

Opis:

Montaż perlatorów. Sposób przygotowania i sprawności bez zmian, zakłada się zmniejszenie ilości zużytej ciepłej wody poprzez montaż perlatorów wody - w skali całego budynku o 10%.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwu\bar{r}}$	MW	0,0203	0,0182
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	kWh	40117,7	36105,9
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	5 791	5 212
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	86	78
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	149	148,8
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	6 027	5 439
7	Różnica	zł/a		588
8	Koszt modernizacji	zł		2 000
9	SPBT	lat		3,4

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Koszty przyjęty na podstawie cenników branżowych.

KOSZT	2 000 zł	SPBT	3,4 lat
-------	----------	------	---------

7.2.10. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania energię elektryczną

Opis:

Wymiana oświetlenia na energooszczędne (ledowe)

1	Szacowane średnie roczne zużycie energii elektrycznej - stan obecny	kWh	70 000
2	Szacowane średnie roczne zużycie energii elektrycznej - stan po wymianie oświetlenia na ledowe	kWh	52 000
3	Różnica w rocznym zużyciu energii elektrycznej	kWh	18 000
5	Roczne oszczędności (18000*0,68)	zł	12 240
6	Koszt działań modernizacyjnych	zł	69 300
7	SPBT	lat	5,66

*przyjęto 1 kwh=0,68 zł brutto

KOSZT	69 300 zł	SPBT	5,7 lat
--------------	------------------	-------------	----------------

7.2.11. 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	Kompleksowa wymiana instalacji c.o., montaż ciepłomierza, zaworów termostatycznych, sterowania pogodowego	166 000	2,0
2	Montaż perlatorów wody	2 000	3,4
3	Wymiana oświetlenia na ledowe	69 300	5,7
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej - parter	82 693	26,3
5	Ocieplenie ściany zewnętrznej - hala/łącznik	116 400	30,2
6	Ocieplenie ściany zewnętrznej - I i II p.	151 920	32,1
8	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym	194 350	38,6
7	Wymiana okien zewnętrznych - okna drewniane, budynek główny	191 820	43,9
9	Wymiana drzwi zewnętrznych - "S"	9 800	66,3
11	Wymiana okien zewnętrznych - okna PCV, budynek główny	144 900	76,1
10	Wymiana drzwi zewnętrznych - "N"	9 100	106,7
12	Wymiana okien zewnętrznych - hala/łącznik	221 430	396,9
13	Wymiana wentylacji mechanicznej na hali sportowej	80 000	-

7.2.12 Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 3\,073,00 \text{ GJ/a}$

Kompleksowa wymiana instalacji c.o. (wymiana kotłów, wymiana grzejników oraz przewodów, montaż zaworów termostatycznych, sterowania pogodowego, ciepłomierza)

Przewidywany koszt robót [zł] 166 000

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
	Rodzaj systemu zasilania			
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,94	$\eta_w = 0,97$
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,80	$\eta_p = 0,90$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	$\eta_r = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,58	$\eta = \mathbf{0,77}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	$w_d = 1,00$

Wycena kompleksowej wyceny została ustalona na podstawie danych dostępnych w zasobach internetowych

7.2.13 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,5028	0,3977
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	3073,00	2362,40
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,58	0,77
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	4511	2614
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	180 891	104 821
8	Roczna opłata stała	zł/rok	25 729	20 353
9	Roczny abonament	zł/rok	1785,96	1785,96
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	208 406	126 960
11	Różnica	zł/rok		81 445
12	Koszt	zł		166 000
13	SPBT	lat		2,0

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych (budynek główny: parter, I p., II p.; łącznik oraz hala sportowa), wymiana drzwi zewnętrznych, wymiana okien zewnętrznych (wszystkie)	X	X	X	X
2	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym		X	X	X
3	Kompleksowa modernizacja instalacji c.o.			X	X
4	Wymiana oświetlenia na ledowe, montaż perlatorów wody, modernizacja wentylacji mechanicznej w hali sportowej				X

7.3.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów modernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu energetycznego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1	928 063		928 063
2	1+2	1 122 413		1 122 413
3	1+2+3	1 288 413		1 288 413
4	1+2+3+4	1 439 713		1 439 713

7.3.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana		Zapotrzebowanie na energię pierwotną	Zmiana	Zapotrzebowanie na energię końcową	Zmiana
	q _{co} ¹⁾	Q _{co} wg obl. 1)	η	w _d	Q _{co} *w _d / η	Opłata c.o.	q _{cwu} ²⁾	Q _{cwu} ²⁾	Opłata c.w.u.	q _{co} + q _{cwu}	Q _{co} + Q _{cwu}	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ _{co+cwu}	Oszczędn.				
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł				
1	0,4540	2 718	0,58	1,00	4 694	211 460	0,0203	144	6 828	0,4742	4 838	218 288	613	27 079	292,4	9,28%	171,9	13,62%
2	0,4419	2 625	0,58	1,00	4 533	204 388	0,0203	144	6 828	0,4622	4 677	211 216	774	34 152	284,3	11,79%	164,5	17,34%
3	0,4419	2 625	0,77	1,00	3 417	159 636	0,0203	144	6 828	0,4622	3 561	166 464	1 890	78 903	258,3	19,86%	140,8	29,25%
4	0,3977	2 362	0,77	1,00	3 075	143 660	0,0182	130	6 145	0,4160	3 205	149 806	2 246	95 562	198,3	38,47%	120,8	39,30%
0-stan istniejący	0,5028	3 073	0,58	1,00	5 307	238 539	0,0203	144	6 828	0,5230	5 451	245 368			322,3		199	

7.3.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię pierwotną	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końcową
		zł	zł	%	%	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych (budynek główny: parter, I p., II p.; łącznik oraz hala sportowa), wymiana drzwi zewnętrznych, wymiana okien zewnętrznych (wszystkie)	928 063	27 079	11,2%	9,3%	13,6%
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych (budynek główny: parter, I p., II p.; łącznik oraz hala sportowa), wymiana drzwi zewnętrznych, wymiana okien zewnętrznych (wszystkie)	1 122 413	34 152	14,2%	11,8%	17,3%
	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym					
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych (budynek główny: parter, I p., II p.; łącznik oraz hala sportowa), wymiana drzwi zewnętrznych, wymiana okien zewnętrznych (wszystkie)	1 288 413	78 903	34,7%	19,9%	29,2%
	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym					
	Kompleksowa modernizacja instalacji c.o.					
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych (budynek główny: parter, I p., II p.; łącznik oraz hala sportowa), wymiana drzwi zewnętrznych, wymiana okien zewnętrznych (wszystkie)	1 439 713	95 562	41,2%	38,5%	39,3%
	Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym					
	Kompleksowa modernizacja instalacji c.o.					
	Wymiana oświetlenia na ledowe, montaż perlatorów wody, modernizacja wentylacji mechanicznej w hali sportowej					

7.3.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, biorąc pod uwagę funkcję budynku (zapewnienie komfortu nauki) jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **variant nr 4** obejmujący usprawnienia:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku głównego (parter, I i II piętro)
- Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika oraz hali sportowej
- Wymiana okien i drzwi zewnętrznych w całym budynku (budynek główny, łącznik, hala)
- Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją
- Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. (wymiana kotła, przewodów, grzejników, montaż zaworów termostatycznych, montaż sterowania pogodowego oraz ciepłomierza)
- Montaż perlatorów wody
- Wymiana oświetlenia na ledowe
- Wymiana wentylacji mechanicznej w hali sportowej

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

Ocieplenie ściany zewnętrznej parteru budynku głównego - styropian o gr. 10 cm, λ 0,031 W/mK

Ocieplenie ściany zewnętrznej I i II piętra budynku głównego - styropian o gr. 9 cm, λ 0,031 W/mK

Ocieplenie ściany zewnętrznej hali sportowej i łącznika - styropian o gr. 9 cm, λ 0,031 W/mK

Ocieplenie stropu na ostatnią kondygnację budynku głównego - styropian o gr. 14 cm, λ 0,034 W/mK

Wymiana okien zewnętrznych PCV w budynku głównym - max. wsp. $U=0,9$ W/m²K

Wymiana okien zewnętrznych drewnianych w budynku głównym - max. wsp. $U=0,9$ W/m²K

Wymiana okien zewnętrznych w hali sportowej wraz z montażem żaluzji fasadowych - max. wsp. $U=0,9$ W/m²K

Wymiana drzwi zewnętrznych "N" - max. wsp. $U=1,3$ W/m²K

Wymiana drzwi zewnętrznych "S" - max. wsp. $U=1,3$ W/m²K

Montaż perlatorów wody

Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. (wymiana kotłów, przewodów, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych, sterowania pogodowego wraz z ciepłomierzem)

Wymiana oświetlenia na ledowe - wymiana ok 770 punktów z oświetlenia tradycyjnego na ledowe

Wymiana wentylacji mechanicznej w hali sportowej

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Kompleksowa wymiana instalacji c.o., montaż ciepłomierza, zaworów termostatycznych	166 000 zł
Montaż perlatorów wody	2 000 zł
Wymiana oświetlenia na ledowe	69 300 zł
Ocieplenie ściany zewnętrznej - parter	82 693 zł
Ocieplenie ściany zewnętrznej - hala/łącznik	116 400 zł
Ocieplenie ściany zewnętrznej - I i II p.	151 920 zł
Wymiana okien zewnętrznych - okna drewniane, budynek główny	191 820 zł
Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją w budynku głównym	194 350 zł
Wymiana drzwi zewnętrznych - "S"	9 800 zł
Wymiana drzwi zewnętrznych - "N"	9 100 zł
Wymiana okien zewnętrznych - okna PCV, budynek główny	144 900 zł
Wymiana okien zewnętrznych - hala/łącznik	221 430 zł
Wymiana wentylacji mechanicznej na hali sportowej	80 000 zł

UWAGA: koszty zostały oszacowane orientacyjnie tzn nie mogą stanowić podstawy do stworzenia kosztorysu inwestorskiego. Koszty należy zaktualizować przed rozpoczęciem prac.

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót (wraz z kosztem opracowania) wyniesie:	1 439 713 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT [w latach]	15,1

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń wykonanych w programie Audytor OZC 6.8 Pro
- Załącznik 6 Zdjęcia budynku
- Załącznik 7 Efekt ekologiczny

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	3 467,05	4 264,47
Przesył	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	3 467,05	4 264,47
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	25,92	31,88
Przesył	zł/GJ	6,68	8,22
Razem opłata zmienna	zł/GJ	32,60	40,10
Abonament*	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	121,00	148,83

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	3 467,05	4 264,47
Przesył	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	3 467,05	4 264,47
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	25,92	31,88
Przesył	zł/GJ	6,68	8,22
Razem opłata zmienna	zł/GJ	32,60	40,10
Abonament*	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	121,00	148,83

Przed termomodernizacją

Rodzaj	U	R
	W/m ² · K	m ² · K/W
Podłoga na gruncie	0,319	3,135
Ściana zewnętrzna - hala	0,462	2,165
Ściana zewnętrzna - budynek główny (I, II p)	0,442	2,262
Ściana zewnętrzna - budynek główny (parter)	0,524	1,908
Strop pod nieogrzewanym poddaszem - bud. gł.	0,371	2,695
Strop hala	0,205	4,878
Dach łącznik	0,200	5,000
Okna zewnętrzne - hala	1,100	0,909
Okno zewnętrzne N - budynek główny	1,300	0,769
Okno zewnętrzne S - budynek główny	1,600	0,625
Drzwi zewnętrzne - N	1,600	0,625
Drzwi zewnętrzne - S	2,000	0,500

Po termomodernizacji

Rodzaj	U	R
	W/m ² · K	m ² · K/W
Podłoga na gruncie	0,319	3,135
Ściana zewnętrzna - hala	0,197	5,076
Ściana zewnętrzna - budynek główny (I, II p)	0,194	5,155
Ściana zewnętrzna - budynek główny (parter)	0,195	5,128
Strop pod nieogrzewanym poddaszem - bud. gł.	0,147	6,803
Strop hala	0,205	4,878
Dach łącznik	0,200	5,000
Okna zewnętrzne - hala	0,900	1,111
Okno zewnętrzne N - budynek główny	0,900	1,111
Okno zewnętrzne S - budynek główny	0,900	1,111
Drzwi zewnętrzne - N	1,300	0,769
Drzwi zewnętrzne - S	1,000	1,000

Strumień powietrza wentylacyjnego

Vo=	27 680,6	m ³ /h
Kubatura wentylowana budynku	19 017	m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	1,46	h ⁻¹

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$V_{\text{nom}} = \Psi = 27\ 681 \text{ m}^3/\text{h}$$

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/dm ³	1	1
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/m ²	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana	m ²	5208,60	5208,60
jed.odniesienia - liczba osób L	os	300	300
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
współczynnik korekcyjny dobowy k_r	-	0,55	0,55
czas użytkowania t_r	doba	200	200
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	24 006,4	24 006,4
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,88	0,88
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,8	0,8
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,60	0,60
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	40 117,7	36 105,9
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	144,4	130,0

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji - kocioł gazowy
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,2315	0,2315
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,317	2,317
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,315	0,315
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	46,954	46,954
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	20,261	18,235

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,4540	2717,71
2	0,4419	2624,89
3	0,4419	2624,89
4	0,3977	2362,40
0 - stan istniejący	0,5028	3073,00