

ABI STUDIO

ARCHITEKTURA BUDOWNICTWO INNOWACJE

ABI STUDIO

ul. Wspólna 21

34-300 Żywiec

Tel. 502 872 861

biuro@abistudio.pl

www.abistudio.pl

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

Adres budynku	ulica: 3 Maja 71 kod: 34-381 powiat: województwo:	mięscowość: Przybęda żywiecki śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania:	Mateusz Jaruszowiec inż. 02/08/2016

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

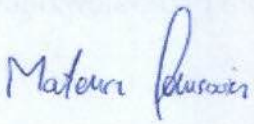
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej, szkolny	1.2. Rok budowy	bd
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Radziechowy-Wieprz ul. Wieprz 700 kod 34-381 Radziechowy	1.4. Adres budynku ul. 3 Maja 71 kod 34-381 Przybędza powiat żywiecki woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ABI STUDIO Łukasz Kruczyński ul. Wspólna 21 34-300 Żywiec REGON 243029975			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 PESEL: 83062320417 <div style="text-align: right;">  <i>podpis</i> </div>			
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	Mateusz Jaruszowiec	inwentaryzacja techniczno-budowlana i obliczenia	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Żywiec	Data wykonania opracowania	16.08.2016
6. Spis treści			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			10
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			12
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			13
8. Opis wariantu optymalnego			27

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3 188	3 188
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 022	1 022
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	1 022	1 022
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	280	280
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kotłownia węglowa	pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,57	0,57
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne szkoła	0,865	0,199
2.	Dach budynku	1,122	0,174
3.	Okna	1,6	1,6
4.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,6	2,6
5.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,302	0,302
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	4,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,77
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,90
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,83	4,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,85
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	3 188	3 188
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	87,9	59,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	16,3	3,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	473	274
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	795	74

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	61	11
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/m ² rok]	128	75
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	216	20
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	29,6	68,3
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	2 468	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	9,25	1,68
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	2 468	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,13	0,41
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji - podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego			
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu [zł]	564 686	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	77,78%
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	771	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) [kWh/rok]	214 027	
5.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	942	
6.	[kWh/rok]	261 461	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej [GJ/rok]	771	
8.	[kWh/rok]	214 027	
9.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych [ton CO ₂ /rok]	61	
10.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	192,6	
11.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	172,056	

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja techniczna
- Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji 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.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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 i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), 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 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

* Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- mgr inż. Jadwiga Górna - Sekretarz Gminy

3.4. Data wizji lokalnej

21.07.2016 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014-2020.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie dachu,
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - modernizacja systemu grzewczego,
 - modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej,

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	34-381 Przybędza, ul. 3 Maja 71		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		bd		Rok zasiedlenia		bd	
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]	472	9	Budynek podpiwniczony		tak
2	Kubatura budynku	[m ³]	4 934	10	Liczba klatek schodowych		1
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]	3 188	11	Liczba kondygnacji		2
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	1 022	12	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		3,2
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0	13	Liczba użytkowników		119
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]	0	14			
7	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0	15			
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	1 022				

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt szkoły podstawowej to budynek wolnostojący, podpiwniczony z dwiema kondygnacjami nadziemnymi i skośnym dachem.

Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej oraz bloczków betonowych. W dolnej części wykończone kamieniem. Ściany zewnętrzne nie ocieplone.

Dach budynku skośny, pokryty blachą. Konstrukcja dachu drewniana, bez warstwy termoizolacyjnej.

Okna PCV, podwójnie szklone, w dobrym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,6$ $W/(m^2 \cdot K)$.

Drzwi wejściowe PCV o współczynniku $U=2,6$ $W/(m^2 \cdot K)$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całkow. do ocieplenia m^2	Pow. do obliczeń strat ciepła (bez okien) m^2	U_K $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. okien i drzwi balkon. m^2	U okna $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $W/(m^2 \cdot K)$
1	Ściana zewnętrzna szkoła		749,8	598,3	0,865	137,7	1,6	13,8	2,6
2	Dach budynku		310,8	310,8	1,122				
3	Stropodach sala		306,9	306,9	0,191				
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		366,6	366,6	0,302				
5	Ściana zewnętrzna w gruncie		85,3	85,3	0,973				

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.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	88
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	5,6
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	473
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	795
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	2 468,2
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	29,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z kotłowni węglowej (2 kotły węglowe) zlokalizowanej w piwnicy budynku szkoły.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Przewody stalowe, prowadzone po wierzchu, stan średni . Przewody w obrębie kotłowni izolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne i płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie zbiorcze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 16
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Wymiana części grzejników

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,65
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	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}	0,48
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana poprzez kotłownię węglową.
2.	Piony i ich izolacja	Przewody rozprowadzające stalowe, w obrębie kotłowni izolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zbiornik o pojemności 200l.

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia węglowa umiejscowiona w piwnicy budynku szkoły, zasilana dwoma kotłami węglowymi.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	3 188

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	U ¹⁾ [W/m ² *K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	0,87	0,23
dach	1,12	0,18
podłoga na gruncie	0,30	0,30

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - wymagania na rok 2017

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,6	1,7
okno	1,6	1,1

5.3 System grzewczy

Instalacja grzewcza zasilana z lokalnej kotłowni węglowej parametrach wody 90/70 °
Instalacja c.o. typu tradycyjnego, z rozdziałem dolnym, typu otwartego, z grzejnikami żeliwnymi i płytowymi bez zaworów termostatycznych. Stan przewodów instalacji dobry. Przewody w obrębie kotłowni izolowane.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana poprzez kotłownię węglową zlokalizowaną w piwnicy budynku. Jeden zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności 200l.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy kominarskiej jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne mają wartości współczynnika przenikania ciepła nie odpowiadającą wymaganią WT 2017</p>	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić minimalny współczynnik przenikania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - wymagania na rok 2017
2	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>c.w.u. przygotowywane centralnie poprzez kotłownię węglową znajdującą się w budynku.</p>	Możliwość zastosowania źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.
3	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Kotłownia węglowa. Instalacja typu tradycyjnego o regulacji centralnej, bez miejscowej. Grzejniki żeliwne i płytowe. Ogólnie dobry stan techniczny instalacji wewnętrznej.</p>	Konieczna wymiana starych grzejników na nowe konwekcyjne o wyższej sprawności wraz z przewodami oraz montażem zaworów termostatycznych. Możliwość zastosowania źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.

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 ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych wymaganą warstwą materiału termoizolacyjnego (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu - zastosowanie odpowiedniej warstwy izolacji termicznej (wełny mineralnej).
3.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Montaż źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.
4.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.

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	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie dachu
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Możliwość zastosowania źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.

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 oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 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	jednostka
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 617	3 617	dzień $\text{K} \cdot \text{a}$
$O_{0m}, O_{1m},$	2 468	0	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$	30	68	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	$\text{zł}/\text{m-c}$

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Przegroda

Ściany zewnętrzne szkoły

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 598,3 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 749,8 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,865	0,232	0,199	0,176
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	161,8	43,3	37,2	33,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0207	0,0055	0,0048	0,0042
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		3 961	4 163	4 305
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	185	209
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		119 898	138 344	156 789
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,3	33,2	36,4

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu.

Wybrany wariant: 2 Koszt : 138 344 zł SPBT= 33,2 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	310,8 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	310,8 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu poprzez ułożenie warstwy wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,033 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,18 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,122	0,195	0,174	0,158
3	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	109,0	18,9	16,9	15,3
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0139	0,0024	0,0022	0,0020
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		3 010	3 076	3 129
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	185	209
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		49 697	57 343	64 988
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		16,5	18,6	20,8
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		57 343 zł	SPBT= 18,6 lat	

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

Dane: $Q_{ocw} = 61 \text{ GJ}$

$q_{ocw} = 0,0163 \text{ MW}$

Opis:

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu - zastosowanie źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\bar{s}r}$	MW	0,0163	0,0030
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	61	11
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	1 807	326
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	484	89
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0	0
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	2 291	415
7	Różnica	zł/a		1 876
8	Koszt	zł		20 295
9	SPBT	lat		10,82
KOSZT		20 295 zł	SPBT	10,8 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	Modernizacja instalacji c.o.	348 705	15,6
2	Modernizacja instalacji cwu	20 295	10,8
3	Ocieplenie dachu	57 343	18,6
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	138 344	33,2

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

Dane: $Q_{oco} = 473 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne i płytowe
- 3 Brak zaworów termostatycznych

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych (**wybrano wariant pompy ciepła charakteryzujący się krótszym czasem zwrotu SPBT**):

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Pompy ciepła gruntowe o mocy grzewczej 30 i 38kW	2	86 100	162 053
2	Dolne źródło ciepła			186 653
koszt			zł	348 705

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia węglowa	pompa ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,65$	$\eta_g = 4,50$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,77$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 0,90$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,48$	$\eta = 2,99$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	kotłownia węglowa	pompa ciepła
sprawność przesyłu η_d	przewody, armatura izolowane, w przestrzeni ogrzewanej	przewody, armatura izolowane, w przestrzeni ogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna, bez miejscowej	regulacja centralna, bez miejscowej
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy, pojemność 1000l
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	przerwy w ogrzewaniu 8h	przerwy w ogrzewaniu 8h

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,08785	0,08785
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	473	473
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,48	2,99
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
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	795	128
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	23 556	3 793
8	Roczna opłata stała	zł/rok	2 602	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	26 159	3 793
11	Różnica	zł/rok		22 366
12	Koszt	zł		348 705
13	SPBT	lat		15,59

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego war.opt

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X
2	Modernizacja instalacji cwu	X	X	X	
3	Ocieplenie dachu	X	X		
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X			

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4	564 686
2	1+2+3	426 343
3	1+2	369 000
4	1	348 705

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0599	274	2,990	0,95	74	5 057	0,0030	11	752	0,0629	85	5 808	771	22 641
2	0,0761	392	2,990	0,95	106	7 243	0,0030	11	752	0,0791	117	7 995	739	20 455
3	0,0879	473	2,990	0,95	128	8 747	0,0030	11	752	0,0909	139	9 498	717	18 951
4	0,0879	473	2,990	0,95	128	8 747	0,0163	61	4 168	0,1042	189	12 915	667	15 535
0-stan istniejący	0,0879	473	0,480	0,95	795	26 159	0,0163	61	2 291	0,1042	856	28 450		

variant wybrany do realizacji

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 6.7Pro - obliczenie mocy
2) - wyniki z programu Audytor OZC 6.7Pro - obliczenie zużycia ciepła

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_w	η_p	η_r	η_e	η	w_t	w_d
0,65	0,96	0,77	1,00	0,48	0,85	0,95

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
							20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
2		3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji c.o. Modernizacja instalacji cwu Ocieplenie dachu	564 686	22 641	90,1%	112 937	20%	90 350	90 350	45 283
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				451 749	80%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Modernizacja instalacji cwu Ocieplenie dachu	426 343	20 455	86,3%	85 269	20%	68 215	68 215	40 909
					341 074	80%			
3	Modernizacja instalacji c.o. Modernizacja instalacji cwu	369 000	18 951	83,8%	73 800	20%	59 040	59 040	37 903
					295 200	80%			
4	Modernizacja instalacji c.o.	348 705	15 535	77,9%	69 741	20%	55 793	55 793	31 069
					278 964	80%			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

1. Modernizację instalacji c.o. polegającą na zabudowie pomp ciepła gruntowych o mocy 30 i 38kW
2. Modernizację instalacji cwu polegającą na zabudowie pomp ciepła gruntowych o mocy 30 i 38kW
3. Ocieplenie dachu budynku
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 90,1% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 112 937 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

UWAGA - przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora jest potrzebna zmiana części audytu.

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

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. Modernizacja instalacji c.o.

- montaż pomp ciepła gruntowych o mocy 30 i 38kW

2. Zastosowanie dodatkowego źródła cwu w postaci pomp ciepła gruntowych o mocy 30 i 38kW

3. Ocieplenie dachu budynku przez położenie na istniejącej konstrukcji warstwy wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm.

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/(m K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ²	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Pompy ciepła gruntowe o mocy grzewczej 30 i 38kW			162 053
2	Dolne źródło ciepła			186 653
3	Modernizacja instalacji cwu			20 295
4	Ocieplenie dachu	311	185	57 343
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	750	185	138 344
			SUMA	564 686

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		564 686 zł
Udział środków własnych inwestora:	20%	112 937 zł
Kredyt bankowy:	80%	451 749 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		90 350 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		24,9
Możliwe dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego	85%	479 983 zł
Wkład własny	15%	84 703 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO)		4,1

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 komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Udział odnawialnych źródeł energii
- Załącznik 7 Obliczenia stopniodni
- Załącznik 8 Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła**

Założenia:

- przed modernizacją kotłownia węglowa
- po modernizacji pompa ciepła

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	2 006,67	2 468,20
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	2 006,67	2 468,20
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	24,09	29,63
Razem opłata zmienna	zł/GJ	24,09	29,63

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	55,56	68,33
Razem opłata zmienna	zł/GJ	55,56	68,33

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S_i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R_i , R_e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzna Szkoła	tynk	0,015	1,000	0,015	0,865
	cegła pełna	0,120	0,770	0,156	
	beton	0,240	0,300	0,800	
	tynk	0,015	1,000	0,015	
				0,000	
				0,000	
				R_{si} 0,130	
				R_{se} 0,040	
				razem 1,156	
Dach	blacha	0,015	58,000	0,000	1,122
	drewno	0,100	0,160	0,625	
	plyta	0,010	0,180	0,056	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R_{si} 0,100	
				R_{se} 0,040	
				razem 0,891	
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	posadzka	0,030	1,000	0,030	0,302
	maty z wełny	0,050	0,052	0,962	
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	papa	0,01	0,180	0,056	
	żwir	0,15	0,9	0,167	
				0,000	
				R_g 2,000	
				razem 3,309	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S _i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzna Szkoła	tynk	0,015	1,000	0,015	0,199
	cegła pełna	0,120	0,770	0,156	
	beton	0,240	0,300	0,800	
	tynk	0,015	1,000	0,015	
	styropian	0,12	0,031	3,871	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	5,027
Dach	blacha	0,015	58,000	0,000	0,174
	drewno	0,100	0,160	0,625	
	płyta	0,010	0,180	0,056	
	żelbet	0,120	1,700	0,071	
	włna mineralna	0,160	0,033	4,848	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	0,040
				razem	5,740
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	posadzka	0,030	1,000	0,030	0,302
	maty z wełny	0,050	0,052	0,962	
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	papa	0,010	0,180	0,056	
	żwir	0,150	0,900	0,167	
				0,000	
				R _g	
				razem	3,309

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>kubatura</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h lub krotność wymiany powietrza 1/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/h</i>
budynek szkoły wraz z salą gimnastyczną	3 188	1	3 188
ŁĄCZNIE V_o			3 188

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
c_r	1,0	0,7	1,0
c_w	1,0	1,0	1,0
c_m	1,0	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg PN-83/B-03430

Budynek szkoły	$c_r * c_w * V_{nom}$	3 188	3 188	m ³ /h
Razem		3 188	3 188	m ³ /h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Budynek szkoły	$c_m * V * 0,5$	1 594	1 594	m ³ /h
Razem		1 594	1 594	m ³ /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	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{dK})$	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	1022	1022
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	303	303
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	7 136	7 136
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,83	4,50
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6	0,6
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1	1
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,85
sprawność całkowita η_{wtot}	-	0,42	2,30
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	16 858	3 109
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	61	11

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników - L	os.	119	119
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{d\bar{s}r} = A_f \cdot V_{cw} / 1000$	m^3/d	0,818	0,818
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{h\bar{s}r} = q_{d\bar{s}r} / 18$	m^3/h	0,045	0,045
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,904	2,904
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m^3	0,446	0,082
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{\max} = V_{h\bar{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	16,3	3,0

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0599	274
2	0,0761	392
3	0,0879	473
4	0,0879	473
0 - stan istniejący	0,0879	473

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu
ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0	4,5	-
	$Q_{k,H}$	795	74	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	58	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	58	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu
przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0	4,5	-
	$Q_{k,W}$	61	11	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	9	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0,0	9	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	Q_k	856	85	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	U_{oze}	0,00%	77,78%	%

Obliczenie stopniodni S_d i analiza różnicy pomiędzy zużyciem ciepła na ogrzewanie i obliczeniowym zapotrzebowaniu na ciepło

Dane klimatyczne dla Bielsko Białej

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-1,7	-2,3	4,9	8	12,4	15,1	8,9	4,4	0,1
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	672,7	624,4	468,1	360	38	24,5	344,1	468	616,9

Dla przegród zewnętrznych

S_d 3 617 dzień·K/rok

przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO			
*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	795	74
	kWh/rok	220 834	20 556
	Koszty zł	26 159	5 057
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	61	11
	kWh/rok	16 858	3 109
	Koszty zł	2 291	752
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	856	85
	kWh/rok	237 692	23 665
	Koszty zł	28 450	5 808
Oszczędność energii końcowej	%	----	90%

ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5 = 3-4
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went + c.w.u.)	GJ/rok	856	85	771
	kWh/rok	237 692	23 665	214 027
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	942	0	942
	kWh/rok	261 461	0	261 461
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO ₂ /rok	80,5	19,44	61
	%			76%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	192,6	0	192,600
	%			100%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	172,056	0	172,056
	%			100%