

Audyty energetyczny

dla obiektu użyteczności publicznej:

Szkoła Podstawowa Nr 6 w Śremie
ul. Paderewskiego 4
63-100 Śrem



Audytor: mgr inż. Arkadiusz Chatłas

Poznań, październik 2016

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz.346) z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2015 poz. 1606)

dla budynku :

Szkoła Podstawowa Nr 6 w Śremie

Adres budynku	ulica: Paderewskiego 4 kod: 63-100 miejscowość : Śrem powiat: Śremski województwo: Wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Arkadiusz Chatłas tytuł zawodowy: magister, Inżynier uprawnienia : Uprawnienia budowlane Nr UAN-7342/5/96 nr opracowania 007/2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	Dane identyfikacyjne budynku				
1.1.	Rodzaj budynku	Szkoła Podstawowa Nr 6 w Śremie	1.2.	Rok budowy	1988-95
1.3.	Zarządca budynku	Zarządca - Właściciel: Gmina Śrem ul. Pl. 20 Października 1 63-100 Śrem	1.4.	Adres budynku	63-100 Śrem Paderewskiego 4
2.	Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt				
	ECO-HVAC Arkadiusz Chatłas ul. Dolna Wilda 88D/57 61-501 Poznań REGON: 310 229 582				
3.	Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
	mgr inż.. Arkadiusz Chatłas ul. Dolna Wilda 88D/57 61-503 Poznań PESEL : 68032901173		doświadczony projektant w branży ciepłowniczej, liczne modernizacje układów cieplnych, uprawnienia budowlane do projektowania i prowadzenia robót instalacyjnych (UAN-7342/5/96, UAN. 7342-68/94)		
4.	Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1					
2					
5.	Miejscowość	Poznań	Data wykonania opracowania	03.10.2016	
6.	Spis treści				
1. Strona tytułową 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					

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾				
Dane ogólne			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	-	4,00	4,00
3.	Kubatura części ogrzewanej	m ³	31572,90	31572,90
4.	Powierzchnia netto budynku	m ²	8621,45	8621,45
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	m ²	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²	8 621,45	8621,45
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	881	881
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	-	Centralnie w węźle cieplnym	Centralnie w węźle cieplnym
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	-	Wymiennikowy węzeł ciepła. Niskoparametrowa , wodna , instalacja centralnego ogrzewania.	Wymiennikowy węzeł ciepła. Niskoparametrowa , wodna , instalacja centralnego ogrzewania.
11.	Współczynnik kształtu A/V	1/m	0,406	0,406
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane				
1.	Ściany zewnętrzne (średnio)	W/m ² K	0,579	0,220
2.	Okna (średnio)	W/m ² K	3,033	1,110
3.	Drzwi zewnętrzne (średnio)	W/m ² K	4,915	1,500
4.	Podłoga na gruncie (średnio)	W/m ² K	0,268	0,268
5.	Ściany zewnętrzne przy gruncie	W/m ² K	0,336	0,175
6.	Stropodach wentylowany szkoły	W/m ² K	0,682	0,173
7.	Dach Sali gimnastycznej	W/m ² K	0,563	0,563
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania		0,95	0,99
2.	Sprawność przesyłu		0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji		1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia		1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby		1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania		0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu		0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji		0,80	0,80

5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	32 430	27 565
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,027	0,873
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	800,38	533,65
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	66,4	66,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]	6 446,34	4 119,62
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]	9 179,68	4 679,42
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej (w nawiasie podano wartość z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej) [GJ/a]	261,07 (448,26)	261,07 (448,26)
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/a]	brak	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/a]	brak	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² /a)]	207,70	132,73
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² /a)]	295,76	150,77
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	50,49	50,49
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	10493,77	10493,77
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	50,49	50,49
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	10493,77	10493,77
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	50,49	50,49
7.	Inne - opłata abonamentowa	0,00	0,00
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		3 817 646,57 zł	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		4 491 348,90 zł	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/a]		263 816,49 zł	46,74%
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku ²⁾ U _{OZE} [%] 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 przygotowania c.w.u. 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:

Projekty techniczne budynku ;

- Inwentaryzacja budowlana budynku na potrzeby audytu
- Archiwalne projekty techniczne obiektu
- Projekt docieplenia obiektu

3.2. Inne dokumenty

- Umowa z Inwestorem
- Wytyczne Inwestora co do środków finansowych oraz przewidywanego zakresu prac.

3.3. Akty prawne i normatywy

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz.346) z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2015 poz. 1606)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej. (Dz. U. 2015 poz. 376)
- Polska Norma PN-EN-ISO 6946:1999 "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 ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia"
- Polska Norma PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- Polska Norma PN-B-03430:1983 "Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania" z późniejszymi zmianami
- Polska Norma PN-82/B-02403 "Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne"
- Polska Norma PN-B-03406:1994
- "Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m³"

3.4. Data wizji lokalnej

25.08.2016

05.09.2016

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
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności proponowanych usprawnień termomodernizacyjnych

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy

680 000,00 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność		prywatna		spółdzielcza		komunalna	X	jednostki budżetowe	
Przeznaczenie budynku		mieszkalny			mieszkaniowo-usług			biurowy	X inny
Adres : ulica	Paderewskiego				numer domu	4			
Kod pocztowy	63-100				miejsowość	Śrem			
Gmina	Śrem	Powiat	Śremski		województwo	Wielkopolskie			
Budynek	wolnostojący		X		segment w zabudowie szeregowej				
	bliźniak				blok mieszkalny, wielorodzinny				
	Przeznaczenie budynku		Szkoła Podstawowa Nr 6 w Śremie						

Rok budowy	1988-95	Rok zasiedlenia	1988-95
-------------------	---------	------------------------	---------

Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska	PBU-62	"Szczecin"		monolit
	RWB	UW 2-J	W-70		szkieletowa
	BSK	WUF-62	Wk-70		ramowa
	RBM-73	WUF-T	SBM-75	X	tradycyjna
	RWP-75	OWT-67	ZSBO		WP - "Rataje"
	PBU-59	OWT-75	"Stolica"		inna, jaka:
UWAGI :					

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾	m ²	3 280,00	11	Liczba klatek schodowych	-	6,00
2	Kubatura budynku ²⁾	m ³	37 887,48	12	Liczba kondygnacji	-	4,00
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	31 572,90	13	Wysokość kondygnacji w świetle	m	3,50
4	Powierzchnia użytkowa ¹⁾	m ²	6 811	14	Liczba użytkowników	-	881
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schodowych	m ²	1 811	15	Liczba mieszkań	-	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	m ²	-	16	w tym : o powierzchni <50 m ²	-	0
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy ³⁾	m ²	-	17	o powierzchni 50-100 m ²	-	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych ³⁾	m ²	-	18	o powierzchni >100 m ²	-	0
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8]	m ²	8 621	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-	0
10	Budynek podpiwniczony	-	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-	0

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

³⁾ podać przeznaczenie pomieszczeń

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 3 kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej oraz wielkopłytywowej, ze ścianami murowanymi z elementów małogabarytowych oraz elementów prefabrykowanych (WP). Ściany zewnętrzne otynkowane. Stropy kanałowe typu "Żerań".

Schody żelbetowe.

Tynki ścian zewnętrznych w zadowalającym stanie technicznym.

Część ścian została docieplona warstwą styropianu w ramach wcześniejszych prac remontowych.

Budynek Dydaktyczny przykryty jest stropodachem wentylowanym z wykonanym z prefabrykowanych płyt panelowych opartych na prefabrykowanych ściankach kolankowych. Strop kanałowy typu "Żerań". Na stropie występuje pierwotna izolacja termiczna dachu.

Pokrycie dachu wymaga naprawy .

Nad Salą gimnastyczną wykonany jest dach płaski o konstrukcji stalowej przykryty płytą obornicką na salą gimnastyczną oraz blachą trapezową z pierwotną izolacją termiczną nad pomieszczeniami zaplecza sali. Dach kryty papą na lepiku.

Liczne spękania pokrycia dachowego. Dach wymagający remontu.

Okna w pomieszczeniach użytkowych oraz na klatkach schodowych są drewniane, zespolone, podwójnie szklone, częściowo zużyte, o niskiej szczelności. Część okien (sala gimnastyczna) wymieniono na nowe, szczelne wykonane z PCV

Wiek oraz stopień wyeksploatowania jak również szczelność jeszcze nie wymienionych okien kwalifikuje je jednak do wymiany

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła okien ocenia się na : $U = 3,033 \text{ W/m}^2\text{K}$

Część okien (sala gimnastyczna) została już wymieniona. Inwestor zamierza wymienić obecnie pozostałą część okien to jest 1080,0 m² okien co stanowi 94,59% całego przeszklenia. Do tej pory Inwestor wymienił w ramach doraźnych remontów 54,5 m² okien co stanowi z kolei 4,77% stolarki okiennej. W opracowaniu rozpatruje się wymianę reszty stolarki okiennej.

Drzwi wejściowe, zewnętrzne pierwotnie wykonane były z drewna lub blachy stalowej . Drzwi wejściowe kwalifikuje się do wymieniania na nowe, szczelne wykonane z PCV lub aluminium.

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła drzwi zewnętrznych ocenia się na : $U = 4,915 \text{ W/m}^2\text{K}$

Podłogę na gruncie stanowi 15 cm warstwa betonu ułożona na posypce żwirowej. Wykończenie posadzek w korytarzach, hallach, na klatkach schodowych oraz w części pomieszczeń użytkowych stanowi lastryko lub terakota. W pozostałych pomieszczeniach podłogi wykończone są drewnem lub wykładziną PCV.

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku - ciąg dalszy

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Powierzchnia		U_K	Powierzchnia okien	U_{okna}	Powierzchnia drzwi	U_{drzwi}
		całkowita	do obliczeń strat ciepła					
		m ²	m ²					
1	Ściany zewnętrzne (średnio)	4238,53	3797,87	0,579				
2	Okna (średnio)				1141,79	3,033		
3	Drzwi zewnętrzne (średnio)						55,74	4,915
4	Podłoga na gruncie (średnio)	3698,14	3698,14	0,268				
5	Ściany zewnętrzne przy gruncie	324,56	315,11	0,336				
6	Stropodach wentylowany szkoły	2432,80	2427,46	0,682				
7	Dach Sali gimnastycznej	1207,60	1204,30	0,563				
8								
9								
10								
11								
12								

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	800,382
	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.	q_{moc} [kW]	66,4
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	brak
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	6 446,34
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	brak
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	9 179,68
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	10 493,77
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	50,49
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	Wymiennikowy węzeł ciepła . Węzeł wyposażony w automatykę pogodową. Wspólna instalacja centralnego ogrzewania, wodna, niskotemperaturowa.	
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C	
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Stan zadowalający	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne , członowe oraz stalowe , żebrowane rury grzejne	
5.	Oslonięcie grzejników	częściowo	
6.	Zawory termostacyjne	nie / częściowo	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,95$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,77$ $\eta_s = 1,00$ $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,70$	
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	tak	
UWAGA :		System grzewczy wymaga modernizacji. Zaleca się modernizację automatyki węzła ciepła oraz modernizację c.o. opartą o grzejniki płytowe oraz wyregulowany wyposażony w zawory termostacyjne układ hydrauliczny.	

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym		
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w węźle ciepła . Centralna instalacja c.w.u. łącznie z instalacją cyrkulacyjną		
2.	Piony i ich izolacja	Piony prowadzone w szachtach , zaizolowane		
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak		
4.	Zużycie ciepłej wody określone wg. pomiaru	m ³ /m-c	brak danych	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	32 430

4.h. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

System grzewczy :	W budynku funkcjonuje system grzewczy , w którym ciepło dostarczane jest z wymiennikowego węzła ciepła poprzez instalacje centralnego ogrzewania opartą o rury stalowe oraz żeliwne grzejniki członowe tylko częściowo wyposażone w zawory termostatyczne.
-------------------	--

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Tynki oraz stolarka okienna i drzwiowa utrzymane w dobrym stanie technicznym. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2. System grzewczy

W budynku funkcjonuje system grzewczy, w którym ciepło dostarczane jest z węzła ciepła poprzez instalacje centralnego ogrzewania opartą o rury stalowe oraz żeliwne grzejniki członowe częściowo wyposażone w zawory termostatyczne.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja c.w.u. utrzymywana w dobrym stanie technicznym. Nie zachodzi potrzeba modernizacji.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K] - Ściany zewnętrzne $U = 0,579$ - Stropodach wentylowany $U = 0,682$ - Dach $U = 0,563$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $U \leq 0,250$ - dla dachu/stropodachu $U \leq 0,200$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,250$
2	Okna jeszcze nie wymienione są nieszczelne w średnim stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła : $U = 3,120 W/m^2K$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż $1,300 W/m^2K$
3	Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nieznacznie nadmierny napływ zimnego powietrza co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników w oknach.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - c.w.u. przygotowywane centralnie w wymiennikowym węźle ciepła	Nie zachodzi potrzeba modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej.
5	System grzewczy -wymiennikowy węzeł ciepła oraz instalacja grzewcza częściowo wyposażona w zawory termostatyczne	System grzewczy wymaga modernizacji. Zaleca się modernizację automatyki węzła ciepła oraz modernizację c.o. opartą o grzejniki płytowe oraz wyregulowany wyposażony w zawory termostatyczne układ hydrauliczny.

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 stropodach budynku	Ocieplenie stropodachu - celuloza wdmuchiwana TERMAX - THERMOCEL oraz nowe pokrycie dachu z papy termozgrzewalnej .
2	j.w. lecz przez dach budynku Sali gimnastycznej	Ocieplenie dachu - styropian laminowany papą pod papę termozgrzewalną.
3	jak wyżej lecz przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien na nowe, szczelne, wykonane z PCV lub aluminium.
5	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na PCV lub aluminium
UWAGI :		System grzewczy wymaga modernizacji. Zaleca się modernizację automatyki węzła ciepła oraz modernizację c.o. opartą o grzejniki płytowe oraz wyregulowany wyposażony w zawory termostatyczne układ hydrauliczny.

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 stropodachu szkoły
		-Ocieplenie ścian zewnętrznych
		-Wymiana okien.
		-Wymiana drzwi zewnętrznych.
		-Ocieplenie dachu sali gimnastycznej
II	Podwyższenie sprawności instalacji c.o. **)	Modernizacja automatyki węzła ciepła oraz modernizacja instalacji centralnego ogrzewania opartej o grzejniki płytowe oraz wyregulowany wyposażony w zawory termostatyczne układ hydrauliczny.
III	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie cwu	Nie przewiduje się.

Uwagi:

* - Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda lekka mokra
 - Ocieplenie dachu - styropapa, płyty PW 11
 - Ocieplenie stropodachu wełna mineralna wdmuchiwana

** Ze względu na istniejący w budynku przestarzały system grzewczy zachodzi potrzeba jego modernizacji i usprawnienia.

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		Jednostki	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji
Temperatura wewnętrzna	t_{wo}	$^{\circ}\text{C}$	20,0	20,0
Temperatura wewnętrzna pomieszczeń nieogrzewanych	t_{wopn}	$^{\circ}\text{C}$	10,0	10,0
Temperatura zewnętrzna	t_{zo}	$^{\circ}\text{C}$	-18,0	-18,0
Sd - dla przegród zewnętrznych *)	S_d^*	dzień·K·a	3686	3686
Sd - dla pomieszczeń nieogrzewanych **)	S_d^{**}	dzień·K·a	1944	1944
Opłata miesięczna stała związana z dystrybucją i przesyłem energii	O_{0m}, O_{1m}	zł/(MW·mc)	10 493,77	10 493,77
Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii	O_{0z}, O_{1z}	zł/GJ	50,49	50,49
Miesięczna opłata abonamentowa	A_{b0}, A_{b1}	zł/m-c	0,00	0,00

* liczbę stopniocdni przyjęto dla Poznania

Dane wyjściowe dla ciepłej wody użytkowej

Opłata miesięczna stała związana z dystrybucją i przesyłem energii	O_{0m}, O_{1m}	zł/(MW·mc)	10 493,77	10 493,77
Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii	O_{0z}, O_{1z}	zł/GJ	50,49	50,49
Miesięczna opłata abonamentowa	A_{b0}, A_{b1}	zł/m-c	0	0

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne części A, B i Ł		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 1802,83 m ² A_{kosz} = 2026,30 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany EPS 70 (lub równoważnego) o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: poszukiwanie grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,250 W/(m2.K) wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione jest wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,250 W/(m2.K) wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2.						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,07	0,09	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		1,75	2,25	2,75
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,294	4,044	4,544	5,044
4	U _{C0} , U _{C1} = 1/R	W/m ² ·K	0,436	0,247	0,220	0,198
5	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * S _d * A * U _C	GJ/a	250,3	142,0	126,4	113,8
6	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ * A / (t _{w0} -t _{z0}) * U _C	MW	0,030	0,016	0,015	0,014
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		7 231	8 145	8 907
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240	270	300
9	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		486 312	547 101	607 890
10	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		67,3	67,2	68,3
11	U _{C0} , U _{C1}	W/m ² ·K	0,436	0,247	0,220	0,198
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt}) Obróbka ościeży otworów okienny i drzwiowych oraz niezbędna wymiana rur spustowych odwodnienia dachu została uwzględniona w cenie jednostkowej docieplenia ścian zewnętrznych. Dopuszcza się zastosowanie alternatywnego materiału docieplenia pod warunkiem zachowania oporu cieplnego warstwy docieplenia na poziomie nie mniejszym niż 2,250 m2K/W. W obmiarach uwzględniono docieplenie 205,50 m2 cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie (ściana zewnętrzna przy gruncie) do głębokości przemarzania z użyciem styropianu ekstrudowanego (lub równoważnego) o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK. i grubości 9,00 cm						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	547 101	zł	SPBT=
				67,2	lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej				
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 1995,04 m ² A_{kosz} = 2212,23 m ²				
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany EPS 70 (lub równoważnego) o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: poszukiwanie grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,250 W/(m2.K) wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione jest wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,250 W/(m2.K) wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariencie 2.								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3		
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,11	0,13	0,15		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,75	3,25	3,75		
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,222	3,972	4,472	4,972		
4	U _{C0} , U _{C1} = 1/R	W/m ² ·K	0,818	0,252	0,224	0,201		
5	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * S _d * A * U _C	GJ/a	519,7	159,9	142,1	127,8		
6	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ * A / (t _{w0} -t _{z0}) * U _C	MW	0,062	0,019	0,017	0,015		
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		23 581	24 732	25 706		
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	280	310		
9	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		553 058	619 424	685 791		
10	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		23,5	25,0	26,7		
11	U _{C0} , U _{C1}	W/m ² ·K	0,818	0,252	0,224	0,201		
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt}) Obróbka ościeży otworów okiennej i drzwiowych oraz niezbędna wymiana rur spustowych odwodnienia dachu została uwzględniona w cenie jednostkowej docieplenia ścian zewnętrznych. Dopuszcza się zastosowanie alternatywnego materiału docieplenia pod warunkiem zachowania oporu cieplnego warstwy docieplenia na poziomie nie mniejszym niż 3,250 m2K/W. W obmiarach uwzględniono docieplenie 573,60 m2 cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie (ściana zewnętrzna przy gruncie) do głębokości przemarzania z użyciem styropianu ekstrudowanego (lub równoważnego) o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK. i grubości 13,00 cm								
Wybrany wariant :		2	Koszt :	619 424	zł	SPBT=	25,0	lat

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach szkoły		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 2427,46 m ² A_{kosz} = 2432,80 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu metodą wdmuchiwania z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK oraz kompleksowy remont pokrycia dachowego z zastosowaniem papy termozgrzewalnej. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<div style="margin-left: 20px;"> wariant 1: poszukiwanie grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,200 W/(m².K) wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione jest wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,200 W/(m².K) wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariancie 2. </div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,17	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² .K/W		3,50	4,25	5,00
3	Opór cieplny R	m ² .K/W	1,466	4,966	5,716	6,466
4	U _{C0} , U _{C1} = 1/R	W/m ² .K	0,682	0,201	0,175	0,155
5	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A * U _C	GJ/a	527,2	155,7	135,2	119,6
6	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ * A / (t _{w0} -t _{z0}) * U _C	MW	0,063	0,019	0,016	0,014
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _Z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		24 298	25 711	26 750
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		150	170	190
9	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		364 920	413 576	462 232
10	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,0	16,1	17,3
11	U _{C0} , U _{C1}	W/m ² .K	0,682	0,201	0,175	0,155
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A _{kosz}) W cenie jednostkowej modernizacji połaci dachowej ujęto niezbędne roboty towarzyszące takie jak roboty związane z wymianą opierzeń dachu, orynnowania czy roboty związane z niezbędnymi modernizacjami instalacji ogromowej.						
Dopuszcza się zastosowanie alternatywnego materiału docieplenia pod warunkiem zachowania oporu cieplnego warstwy docieplenia na poziomie nie mniejszym niż 4,250 m ² K/W.						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	413 576 zł	SPBT=	16,1 lat

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach sali gimnastycznej		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 1204,30 m ² A_{koszt} = 1207,60 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie dachu sali gimnastycznej przez przyklejenie pod warstwę papy termozgrzewalnej płyt izolacyjnych ze styropianu laminowanego papą typu PW 11 o współczynniku przewodności λ = 0,040 W/mK oraz likwidację otworów wentylacyjnych stropodachu. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:		poszukiwanie grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,200 W/(m ² .K)				
wariant 2:		o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione jest wymaganie wielkości maksymalnej współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,200 W/(m ² .K)				
wariant 3:		o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 2.				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,16	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,00	4,00	5,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,776	4,776	5,776	6,776
4	U _{C0} , U _{C1} = 1/R	W/m ² K	0,563	0,209	0,173	0,148
5	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64 * 10 ⁻⁵ * Sd * A * U _C	GJ/a	215,9	80,3	66,4	56,6
6	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ * A / (t _{w0} -t _{z0}) * U _C	MW	0,026	0,010	0,008	0,007
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		8 861	9 815	10 436
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	180	200
9	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		193 216	217 368	241 520
10	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		21,8	22,1	23,1
11	U _{C0} , U _{C1}	W/m ² K	0,563	0,209	0,173	0,148
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A _{koszt}) W cenie jednostkowej modernizacji połąci dachowej ujęto niezbędne roboty towarzyszące takie jak roboty związane z wymianą opierzeń dachu, orynnowania czy roboty związane z niezbędnymi modernizacjami instalacji odgromowej. Dopuszcza się zastosowanie alternatywnego materiału docieplenia pod warunkiem zachowania oporu cieplnego warstwy docieplenia na poziomie nie mniejszym niż 4,000 m ² K/W.						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	217 368 zł	SPBT=	22,1 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<div>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 1080,01 \text{ m}^2$ ilość okien 302,00 szt. $V_{nom} = \Psi = 25\,028 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1,00$</div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV U= 1,300 a= 0,8						
wariant 2 : okna z PCV U= 1,100 a= 0,8						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U =	W/m²·K	3,12	1,300	1,100	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	1,00	
		Cm	-	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	1073,1	447,1	378,3	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3254,8	2712,3	2712,3	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	4327,9	3159,4	3090,6	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,1280	0,0534	0,0451	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_w \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,388	0,3234	0,3234	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,5160	0,3768	0,3685	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		76 526	81 045	
10	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		1 382 413	1 458 014	
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0	
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		18,10	18,00	
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m ² wg oferty firm z terenu inwestycji. Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana 1080,01 m2 okien* 1280 zł/m ² = 1 382 413 zł						
wariant 2 : wymiana 1080,01 m2 okien* 1350 zł/m ² = 1 458 014 zł						
UWAGA :						
Dopuszcza się zastosowanie stolarki wykonanej z innych materiałów pod warunkiem zachowania współczynnika przenikania ciepła U na poziomie nie większym niż 1,100 W/m2K.						
Wybrany wariant :		2	Koszt :	1 458 014 zł	SPBT=	18,0 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi		
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 55,72 \text{ m}^2$ ilość drzwi 16,00 szt. $V_{nom} = \Psi = 1\,253 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych istniejących na szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
<p>wariant 1 : drzwi z PCV $U = 1,500$ $a = 0,8$ wariant 2 : drzwi z PCV $U = 1,600$ $a = 0,8$</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi $U =$	W/m ² K	4,915	1,500	1,600	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,2	1,00	1,00	
	C_m	-	1,2	1,00	1,00	
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	87,2	26,6	28,4	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	163,0	135,8	135,8	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	250,2	162,4	164,2	
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0104	0,0032	0,0034	
7	$3,4 * 10^{-7} * C_w * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0194	0,0162	0,0162	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0298	0,0194	0,0196	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		5 743	5 627	
10	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		86 366	85 530	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		15,0	15,2	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m ² wg oferty firm z terenu inwestycji. Koszt modernizacji:						
<p>wariant 1: wymiana 55,72 m² drzwi* 1550 zł/m² = 86 366 zł wariant 2 : wymiana 55,72 m² drzwi* 1535 zł/m² = 85 530 zł</p>						
<p>UWAGA : Dopuszcza się zastosowanie stolarki wykonanej z innych materiałów pod warunkiem zachowania współczynnika przenikania ciepła U na poziomie nie większym niż 1,500 W/m²K.</p>						
Wybrany wariant :		1	Koszt :	86 366 zł	SPBT=	15,0 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	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi	86 366,00 zł	15,00
2	-Ocieplenie 2432,80 m2 stropodachu wentylowanego szkoły	413 576,00 zł	16,09
3	-Wymiana 1080,01m2 (302 szt) okien	1 458 013,50 zł	18,00
4	-Ocieplenie 1207,60 m2 dachu sali gimnastycznej	217 368,00 zł	22,15
5	-Ocieplenie 2212,23 m2 ścian zewnętrznych sali gimnastycznej	619 424,40 zł	25,05
6	-Ocieplenie 2026,30 m2 ścian zewnętrznych części A, B i Ł	547 101,00 zł	67,17

Uwaga :

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

Dan $Q_{0co} = 6\,446,34$ GJ/a
 $q_{0co} = 0,8004$ MW

$w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta = 0,7$

Przewiduje się modernizację automatyki węzła oraz modernizację instalacji centralnego ogrzewania opartą o grzejniki płytowe oraz wyregulowany wyposażony w zawory termostatyczne układ hydrauliczny.

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki sprawności związane z eksploatacją systemu grzewczego.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Sprawności		Koszt usprawnienia zł.
		przed	po	
1	wytwarzanie ciepła węzeł ciepła - bez zmian	$\eta_g = 0,95$	$\eta_g = 0,99$	patrz zestawienie zbiorcze
2	przesyłanie ciepła modernizacja instalacji c.o.	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$	patrz zestawienie zbiorcze
3	regulacja i wykorzystanie ciepła modernizacja instalacji c.o. oraz węzła	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,88$	patrz zestawienie zbiorcze
4	akumulacja ciepła bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$	brak usprawnień
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,70$	$\eta = 0,84$	patrz zestawienie zbiorcze
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmian	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$	brak usprawnień
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby modernizacja instalacji c.o. - montaż zaworów termostatycznych	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$	patrz zestawienie zbiorcze

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,70	0,84
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	0,95
4	Zapotrzebowanie budynku na ciepło Q_{H0}, Q_{H1}	GJ/a	6446,34	6 446,34
5	Zapotrzebowanie budynku na ciepło z uwzględnieniem sprawności instalacji i przerw w ogrzewaniu Q_{H0}, Q_{H1}	GJ/a	9182,8	7325,4
6	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		93 782,00
7	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		1 149 500
8	Prosty czas zwrotu SPBT	lata		12,3

Koszty w oparciu o ofertę firmy lokalnych z rejonu wielkopolski

	nakład	cena	koszt
1 Modernizacja instalacji grzewczej oraz automatyki węzła ciepła o mocy 605,00 kW	605,00	1900 zł/kW	1 149 500
	RAZEM		1 149 500

[illegible]

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_o = W_{d0} * W_{t0} * Q_{oCO} / \eta_o + Q_{oCW} / \eta_{oCW}$$

$$Q_1 = W_{d1} * W_{t1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW} / \eta_{1cw}$$

$$q_o = q_{OCO} + q_{OCW}$$

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

$$O_{or} = Q_o * O_z + q_o * O_m * 12$$

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

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

Ceny energii przed modernizacją				Ceny energii po modernizacji			
		CO	CWU			CO	CWU
O _{0m} , O _{1m} ,	zł/(MW·mc)	10 493,77	10 493,77			10 493,77	10 493,77
O _{0z} , O _{1z} ,	zł/GJ	50,49	50,49			50,49	50,49
A _{b0} , A _{b1} ,	zł/m-c	0,00	0,00			0,00	0,00

[illegible]

UWAGA :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji, [GJ/a]

N - planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami audytu energetycznego i dokumentacji technicznej [zł.]

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Oszczędność zapotrzebowania na energię	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		zł	zł	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Wszystkie usprawnienia	4 491 349	263 816	46,74%	673 702 15%	763 529	718 616	527 633
					3 817 647 85%			
2	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi -Ocieplenie 2432,80 m2 stropodachu wentylowanego szkoły -Wymiana 1080,01m2 (302 szt) okien -Ocieplenie 1207,60 m2 dachu sali gimnastycznej -Ocieplenie 2212,23 m2 ścian zewnętrznych sali gimnastycznej -Modernizacja instalacji grzewczej	3 944 248	252 060	44,82%	591 637 15%	670 522	631 080	504 119
					3 352 611 85%			
3	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi -Ocieplenie 2432,80 m2 stropodachu wentylowanego szkoły -Wymiana 1080,01m2 (302 szt) okien -Ocieplenie 1207,60 m2 dachu sali gimnastycznej -Modernizacja instalacji grzewczej	3 324 824	233 966	41,94%	498 724 15%	565 220	531 972	467 931
					2 826 100 85%			
4	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi -Ocieplenie 2432,80 m2 stropodachu wentylowanego szkoły -Wymiana 1080,01m2 (302 szt) okien -Modernizacja instalacji grzewczej	3 107 456	223 154	40,20%	466 118 15%	528 267	497 193	446 308
					2 641 337 85%			
5	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi -Ocieplenie 2432,80 m2 stropodachu wentylowanego szkoły -Modernizacja instalacji grzewczej	1 649 442	133 138	25,27%	247 416 15%	280 405	263 911	266 275
					1 402 026 85%			
6	-Wymiana 55,72m2 (16 szt) drzwi -Modernizacja instalacji grzewczej	1 235 866	105 117	20,66%	185 380 15%	210 097	197 739	210 235
					1 050 486 85%			
7	-Modernizacja instalacji grzewczej	1 149 500	96 789	19,29%	172 425 15%	195 415	183 920	193 578
					977 075 85%			

7. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Wymiana 55,72m² (16 szt) drzwi, na drzwi o współczynniku $U = 1,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ocieplenie 2432,80 m² stropodachu wentylowanego szkoły z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ o grubości 17,00 cm
- Wymiana 1080,01m² (302 szt) okien, na okna o współczynniku $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ocieplenie 1207,60 m² dachu sali gimnastycznej z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ o grubości 16,00 cm
- Ocieplenie 2212,23 m² ścian zewnętrznych sali gimnastycznej z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ o grubości 13,00 cm (w tym 573,60 m² cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie z użyciem styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ i grubości 13,00 cm)
- Ocieplenie 2026,30 m² ścian zewnętrznych części A, B i Ł z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ o grubości 9,00 cm (w tym 205,50 m² cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie z użyciem styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ i grubości 9,00 cm)
- Modernizacja instalacji grzewczej

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

- 1 Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 46,74% i jest wyższa od limitu narzucanego przez Ustawę na poziomie 15,00% dla budynków ze zmodernizowanym układem grzewczym.
- 2 Planowany kredyt jest zgodny z warunkami ustawowymi i stanowi 85,00% całkowitych kosztów inwestycyjnych. Środki własne Inwestora wyniosą 673 702,34 zł czyli mieszczą się w planowanym przez Inwestora budżecie przewidzianym na 680 000,00 zł.
- 3 Wysokość premii termomodernizacyjnej w kwocie 527 632,98 zł nie przekracza 20% kwoty kredytu przeznaczonego na termomodernizację to jest wartości 763 529,31 zł oraz nie przekracza kwoty 718 615,82 zł stanowiącej 16% kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i kwoty 527 632,98 zł stanowiącej dwukrotność przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii, ustalonych na podstawie niniejszego audytu energetycznego.

Możliwa jest także w ramach Ustawy realizacja **wariantów numer 2, 3, 4, 5, 6 oraz numer 7** o zakresie oraz na warunkach finansowych wyszczególnionych zgodnie z tabelą 7.4.3.

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.	-Wymiana 55,72m ² (16 szt) drzwi, na drzwi o współczynniku $U = 1,500$ W/m ² K	1 kpl	za około	86 366,00 zł
2.	-Ocieplenie 2432,80 m ² stropodachu wentylowanego szkoły z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku $\lambda = 0,040$ W/mK o grubości 17,00 cm	1 kpl	za około	413 576,00 zł
3.	-Wymiana 1080,01m ² (302 szt) okien, na okna o współczynniku $U = 1,100$ W/m ² K	1 kpl	za około	1 458 013,50 zł
4.	-Ocieplenie 1207,60 m ² dachu sali gimnastycznej z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040$ W/mK o grubości 16,00 cm	1 kpl	za około	217 368,00 zł
5.	-Ocieplenie 2212,23 m ² ścian zewnętrznych sali gimnastycznej z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040$ W/mK o grubości 13,00 cm (w tym 573,60 m ² cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie z użyciem styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ W/mK. i grubości 13,00 cm)	1 kpl	za około	619 424,40 zł
6.	-Ocieplenie 2026,30 m ² ścian zewnętrznych części A, B i Ł z użyciem styropianu o współczynniku $\lambda = 0,040$ W/mK o grubości 9,00 cm (w tym 205,50 m ² cokołu budynku oraz ścian fundamentowych w gruncie z użyciem styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ W/mK. i grubości 9,00 cm)	1 kpl	za około	547 101,00 zł
7.	-Modernizacja instalacji grzewczej	1 kpl	za około	1 149 500,00 zł

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	4 491 348,90 zł
Udział środków własnych inwestora:	15%
Kredyt bankowy:	3 817 646,57 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	527 632,98 zł
16% kosztów całkowitych	718 615,82 zł
Dwukrotność przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii	527 632,98 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (z premią)	15,02 lat
Cena uzyskania 1 GJ oszczędności energii	998,02 zł/GJ

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)






ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor 6.6 Pro
- Załącznik 5 Wydruk komputerowy z programu Audytor 6.6 Pro dla stanu istniejącego oraz wariantu optymalnego
- Załącznik 6 Rysunki

Załącznik 1

Symbol	D	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
 DACH_ABC	Stropodach części A+B+C			
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgo				
 PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
 BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,029
 ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:				0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:				0,000
 WEŁNA-MIN	0,0700	Wełna mineralna w wielkiej płycie	0,065	1,077
 STR-ŻER-26	0,2600	Strop z płyty żerańskiej o gr. 26 cm.		0,180
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				1,465
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,682
 DACH_S	Dach sali gimnastycznej			
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
 STYROP_055	0,0900	Styropian o lambda 0,055 W/mK - stare do	0,055	1,636
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				1,776
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,563
 PODCIEN	Posadzka łącznika			
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotn				
 PCW	0,0100	PCW.	0,200	0,050
 BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,048
 STR-ŻER-26	0,2600	Strop z płyty żerańskiej o gr. 26 cm.		0,180
 STYROPIANS	0,1000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	2,500
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,170
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:				0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				3,136
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,319
 PP	Posadzka piwnicy			
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SP_ABC				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 0,50 m				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m				
 TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	0,010
 BET-CHUDY	0,0200	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,019
 GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	0,100
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				3,742
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				3,692

Symbol	D	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m²·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,271	
SP_ABC	Ściana piwnic A+B+C			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: PP				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80 m				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BETON-BBK7	0,2000	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	0,571
ŻELBET	0,1500	Żelbet.	1,700	0,088
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
STYROPIAN_055	0,0600	Styropian o lambda 0,055 W/mK - stare do	0,055	1,091
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m²·K/W]:			1,191	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:			2,978	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,336	
SP_S	Ściana piwnic sali gimnastycznej			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średn				
Podłoga przyległa do ściany: PP				
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80 m				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BETON-BBK7	0,2000	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	0,571
ŻELBET	0,1500	Żelbet.	1,700	0,088
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m²·K/W]:			0,897	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:			1,594	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,628	
SZ_A_B	ściana zewnętrzna A+B			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018
BETON-BBK7	0,3500	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	1,000
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,015
STYROPIAN_055	0,0600	Styropian o lambda 0,055 W/mK - stare do	0,055	1,091
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]:			0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]:			0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:			2,294	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:			0,436	
SZ_S_C	Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej i ł			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012
BETON-BBK7	0,3600	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	1,029
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]:			0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]:			0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:			1,223	

Symbol	D	Opis materiału	λ	R
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,818
 Z_PP_1	Posadzka piwnicy			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ_A_B				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 2,00 m				
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m				
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = m				
 TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	0,010
 BET-CHUDY	0,0200	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,019
 GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	0,100
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:				3,267
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:				3,771
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:				0,265

Załącznik 2

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_g = 0,95$$

Tabela 2. z Rozporządzenia MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku ... (DzU 2014 z dnia 02/07/2014; poz. 888)

Wiersz 30c. Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej powyżej 300 kW - przyjęto 0,95 ; po modernizacji zmieniono na: Wiersz 29b. Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW - przyjęto 0,99

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 0,96$$

Tabela 6. z Rozporządzenia MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku ... (DzU 2014 z dnia 02/07/2014; poz. 888)

Wiersz 3a. Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej - przyjęto 0,96 ; po modernizacji przyjęto bez zmian

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

$$\eta_e = 0,77$$

Tabela 3. z Rozporządzenia MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku ... (DzU 2014 z dnia 02/07/2014; poz. 888)

Wiersz 5a. Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej - przyjęto 0,77 ; po modernizacji zmieniono na: Wiersz 5c. Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K - przyjęto 0,88

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_s = 1,00$$

Tabela 8. z Rozporządzenia MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku ... (DzU 2014 z dnia 02/07/2014; poz. 888)

Wiersz 3. System grzewczy bez zbiornika buforowego - przyjęto 1,00 ; po modernizacji przyjęto bez zmian

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00 \quad \text{po modernizacji przyjęto :} \quad w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00 \quad \text{po modernizacji przyjęto :} \quad w_d = 0,95$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza.	$A_f =$	8 621,45 m ²
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{wi} =$	0,80 dm ³ /(m ² *dzień)
3	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej	$K_R =$	0,55 -
4	Współczynnik przeliczeniowy	$c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) * t_R / 3600 =$	19,12 kWh*dzień/dm ³
5	Dobowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = A_f * V_{wi} * K_R$	3,79 m ³ /dzień
6	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{W,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) * K_R * t_R / 3600 =$	72518,7 kWh/rok
7	Roczne zapotrzebowanie na energię <u>użytkową</u> do przygotowania ciepłej wody użytkowej		261,0672 GJ/rok
8	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 9 =$	0,42 m ³ /h
9	Współczynnik nierównomierności poboru c.w.u.	$N_h =$	3,00 -
10	Zapotrzebowanie na ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,19 * 1 * (55 - 10) / 10^6$	0,189 GJ/m ³
11	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_h =$	66,4 kW
12	Średnioroczna sprawność wytwarzania c.w.u.	$\eta_{W,g}$	0,91 -
13	Średnioroczna sprawność przesyłania c.w.u.	$\eta_{W,s}$	0,80 -
14	Średnioroczna sprawność akumulacji ciepła systemu c.w.u.	$\eta_{W,d}$	0,80 -
15	Średnioroczna sprawność wykorzystania ciepła c.w.u.	$\eta_{W,e}$	1,00 -
16	Roczne zapotrzebowanie na energię <u>końcową</u> do przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{k,W} = Q_{W,nd} / (\eta_{W,g} * \eta_{W,s} * \eta_{W,d} * \eta_{W,e})$	448,26 GJ/rok

UWAGA:

Sprawność wytwarzania ciepła na potrzeby c.w.u. przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku... ; Tabela 9; wiersz 19b: Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej), o mocy nominalnej powyżej 100 kW - $\eta_{0W,g} = 0,91$; po modernizacji przyjęto bez zmian - $\eta_{1W,g} = 0,91$

Sprawność przesyłu ciepła na potrzeby c.w.u. przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku... ; Tabela 12; wiersz 6.1a: Centralne podgrzewanie wody systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającym. Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30 - $\eta_{0W,d} = 0,80$; po modernizacji przyjęto bez zmian - $\eta_{1W,d} = 0,80$

Sprawność akumulacji ciepła systemu c.w.u. przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku... ; Tabela 14; wiersz 1c: Zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany w latach 2001-2005 - $\eta_{0W,s} = 0,80$; po modernizacji przyjęto bez zmian - $\eta_{1W,s} = 0,80$

Sprawność wykorzystania ciepła systemu c.w.u. przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem MliR w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku... - $\eta_{0W,e} = 1,00$; po modernizacji przyjęto bez zmian - $\eta_{1W,e} = 1,00$

Załącznik 4

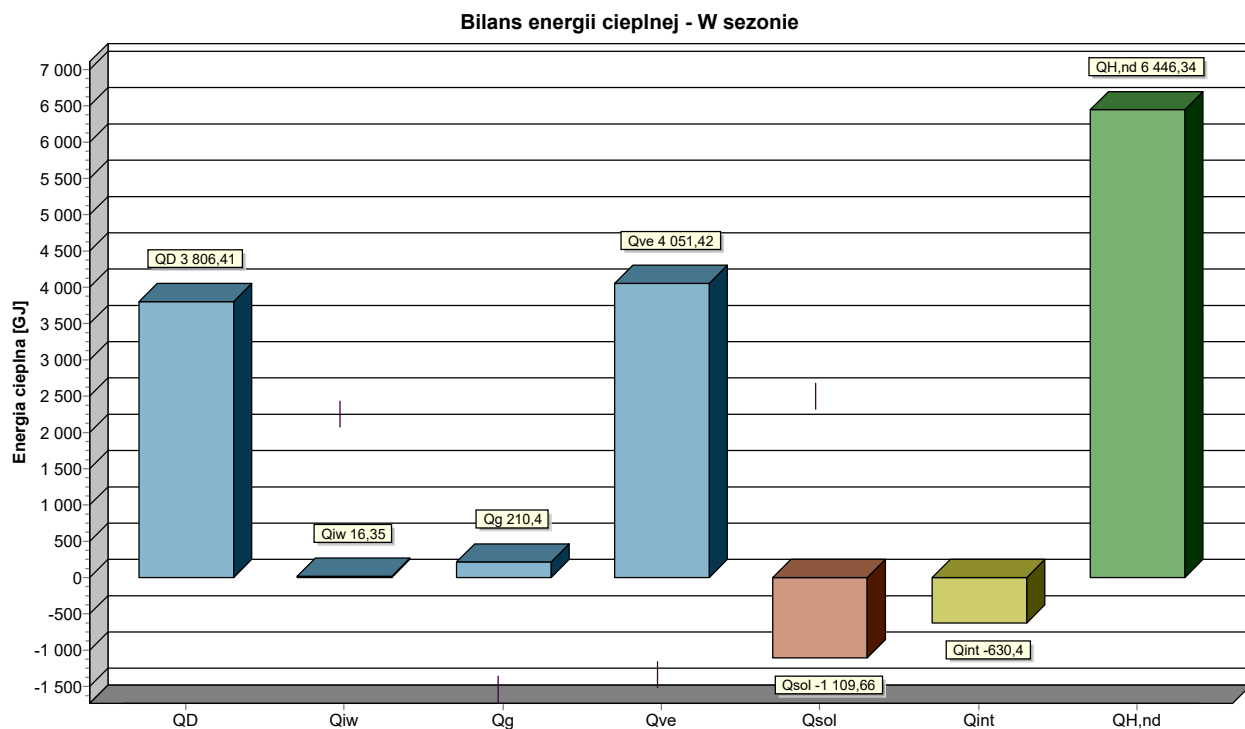
Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor 6.6 Pro

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	533,65	4 119,62
2	552,85	4 282,47
3	585,33	4 526,65
4	603,93	4 674,32
5	742,43	5 939,80
6	787,18	6 330,12
7	800,38	6 446,34
stan istniejący	800,38	6 446,34

Załącznik 5

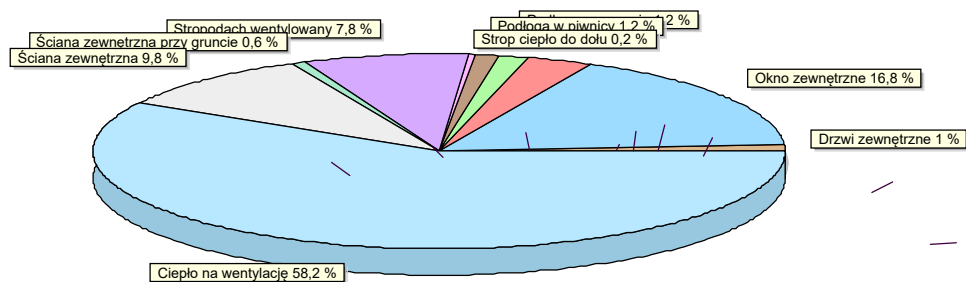
Stan istniejący

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Szkoła Podstawowa NR 6 - Audyt energetyczny	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	ul. Paderewskiego 4	
Adres:	63-100 Śrem	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Poznań	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	8621,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	31573,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	457713	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	342670	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	800382	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Poznań	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	32429,5	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	6446,34	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1790650	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	8621	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	31573,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	747,7	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	207,7	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	204,2	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	56,7	kWh/ (m ³ ·rok)



Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$	$L_{H,m}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	W/K	W/K	h
Styczeń	0,2	584,32	33,51	592,15	0,999	1073,14	12523	11044	744
Luty	-1,8	584,52	33,85	651,31	0,999	1125,59	12523	11044	672
Marzec	2,7	505,79	28,54	518,19	0,995	840,17	12523	11044	744
Kwiecień	8,3	319,24	16,86	352,54	0,967	432,02	12523	11044	720
Maj	13,0	182,24	8,09	213,51	0,807	151,96	12523	11044	721
Czerwiec	16,8	69,35	2,35	105,51	0,448	28,59	7516,6	8986,7	0
Lipiec	18,3	41,02	2,97	69,41	0,307	13,05	7516,6	8986,7	0
Sierpień	18,4	38,98	3,01	67,00	0,328	14,58	7516,6	8986,7	0
Wrzesień	13,5	161,16	6,87	198,72	0,869	165,87	12523	11044	595
Październik	7,0	370,72	20,00	391,00	0,994	609,54	12523	11044	744
Listopad	2,2	504,67	28,58	532,98	0,999	932,84	12523	11044	720
Grudzień	-0,1	593,75	34,10	601,02	1,000	1115,19	12523	11044	744
W sezonie	8,3	3806,41	210,40	4051,42	0,941	6446,34	12824	11168	6404

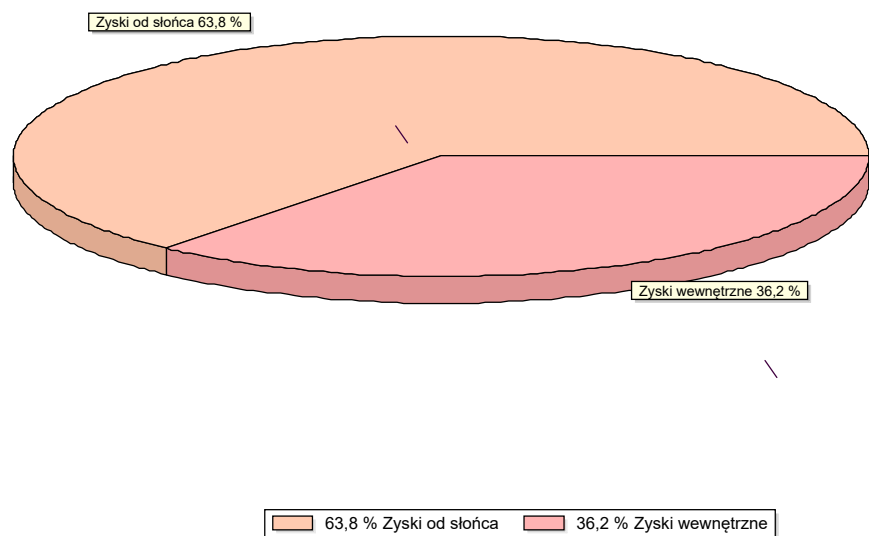
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



1 % Drzwi zewnętrzne	16,8 % Okno zewnętrzne	3,1 % Dach
1,2 % Podłoga na gruncie	1,2 % Podłoga w piwnicy	0,2 % Strop ciepło do dołu
7,8 % Stropodach wentylowany	0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	9,8 % Ściana zewnętrzna
58,2 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	71,51	19865	1,0
Okno zewnętrzne	1168,30	324528	16,8
Dach	218,64	60734	3,1
Podłoga na gruncie	81,84	22734	1,2
Podłoga w piwnicy	85,65	23792	1,2
Strop ciepło do dołu	16,35	4542	0,2
Stropodach wentylowany	541,68	150466	7,8
Ściana zewnętrzna przy gruncie	42,91	11918	0,6
Ściana zewnętrzna	678,64	188510	9,8
Ciepło na wentylację	4051,42	1125394	58,2
Razem	6956,94	1932484	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



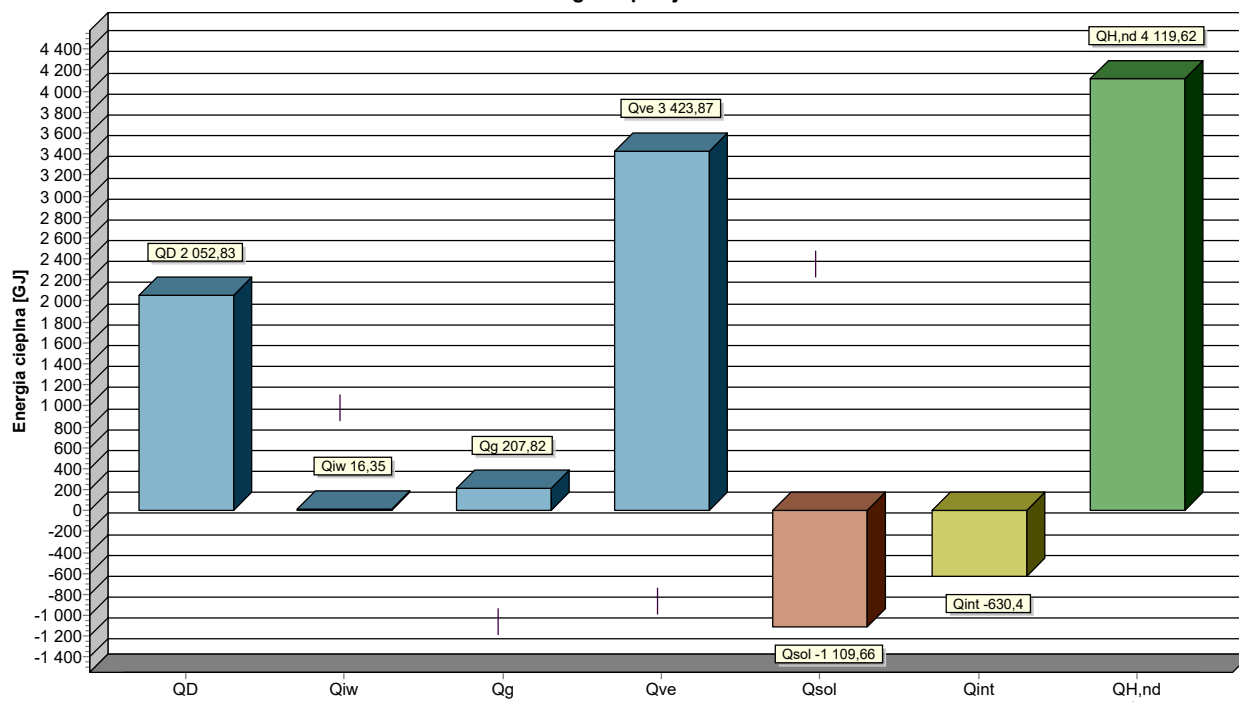
Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	1109,66	308240	63,8
Zyski wewnętrzne	630,40	175112	36,2
Σ Razem	1740,07	483352	100,0

Załącznik 5

Wariant nr 1

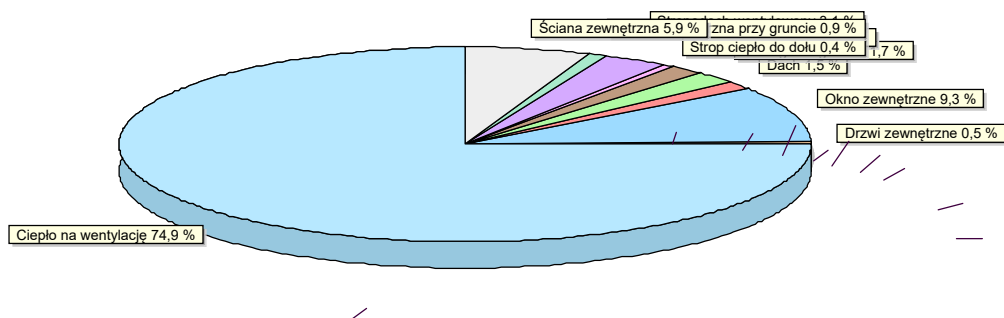
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Szkoła Podstawowa NR 6 - Audyt energetyczny	
	Wariant optymalny	
Miejscowość:	ul. Paderewskiego 4	
Adres:	63-100 Śrem	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Poznań	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	8621,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	31573,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	253665	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	279986	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	533651	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Poznań	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	27564,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	4119,62	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1144338	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	8621	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	31573,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	477,8	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	132,7	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	130,5	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	36,2	kWh/ (m ³ ·rok)

Bilans energii cieplnej - W sezonie



Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$	$L_{H,m}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	W/K	W/K	h
Styczeń	0,2	314,93	33,10	501,16	1,000	712,30	7095,4	9390,4	744
Luty	-1,8	314,98	33,44	551,46	1,000	755,73	7095,4	9390,4	672
Marzec	2,7	272,68	28,19	438,28	0,996	526,75	7095,4	9390,4	744
Kwiecień	8,3	172,30	16,65	297,43	0,947	234,91	7095,4	9390,4	720
Maj	13,0	98,62	7,98	179,22	0,701	67,32	7095,4	9390,4	436
Czerwiec	16,8	37,68	2,31	87,69	0,349	11,92	4087,5	7502,5	0
Lipiec	18,3	22,08	2,93	57,55	0,236	5,21	4087,5	7502,5	0
Sierpień	18,4	20,95	2,97	55,54	0,255	6,14	4087,5	7502,5	0
Wrzesień	13,5	87,26	6,78	166,64	0,788	78,48	7095,4	9390,4	448
Październik	7,0	200,01	19,76	330,13	0,994	377,74	7095,4	9390,4	744
Listopad	2,2	272,06	28,23	450,85	1,000	617,69	7095,4	9390,4	720
Grudzień	-0,1	319,99	33,69	508,70	1,000	748,69	7095,4	9390,4	744
W sezonie	8,3	2052,83	207,82	3423,87	0,909	4119,62	7276,3	9504,0	5972

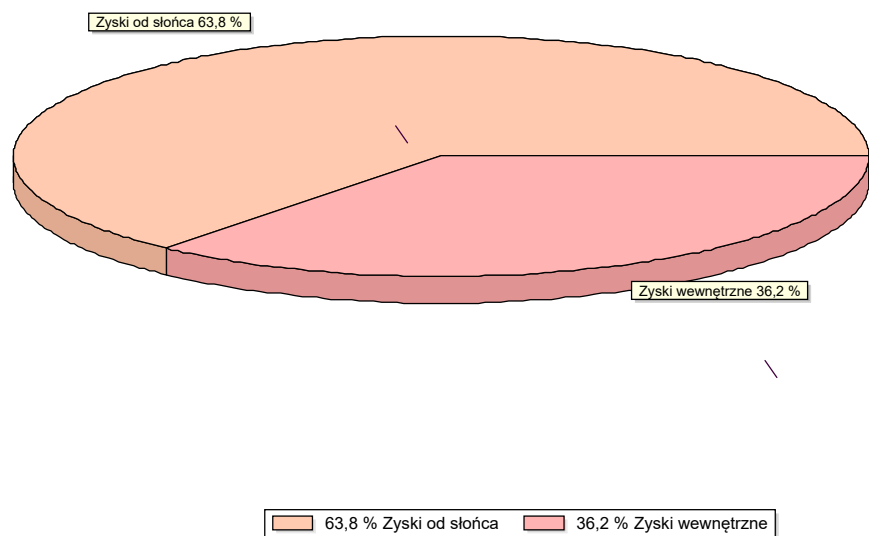
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,5 % Drzwi zewnętrzne	9,3 % Okno zewnętrzne	1,5 % Dach
1,7 % Podłoga na gruncie	1,9 % Podłoga w piwnicy	0,4 % Strop ciepło do dołu
3,1 % Stropodach wentylowany	0,9 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	5,9 % Ściana zewnętrzna
74,9 % Ciepło na wentylację		

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	21,91	6087	0,5
Okno zewnętrzne	423,75	117707	9,3
Dach	67,61	18780	1,5
Podłoga na gruncie	79,96	22210	1,7
Podłoga w piwnicy	84,96	23600	1,9
Strop ciepło do dołu	16,35	4542	0,4
Stropodach wentylowany	140,35	38986	3,1
Ściana zewnętrzna przy gruncie	42,91	11918	0,9
Ściana zewnętrzna	269,57	74880	5,9
Ciepło na wentylację	3423,87	951074	74,9
Razem	4571,22	1269784	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
• Zyski od słońca	1109,66	308240	63,8
Zyski wewnętrzne	630,40	175112	36,2
Σ Razem	1740,07	483352	100,0

Załącznik 6

RYSUNKI