

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	ulica: Kościelna 10 kod: 27-215 miejscowość Wąchock powiat: strachowicki województwo: świętokrzyskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Jakub Szymanowicz tytuł zawodowy: mgr inż. Energetyk

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	GMINA WĄCHOCK ul. Wielkowiejska 1 27-215 Wąchock	1.4. Adres budynku ul. Kościelna 10 kod 27-215 Wąchock powiat strachowicki woj. świętokrzyskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt SOLISA ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław REGON: 360380720			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Jakub Szymanowicz ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław; PESEL: 90091102732 Zrzeszenie Auditorów Energetycznych - 1879 Sporządzanie świadectw energetycznych - 12020 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	-	-	
5. Miejscowość	Wrocław	Data wykonania opracowania	2016-12-23
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			
2. Karta audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku			
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis wariantu optymalnego			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna,	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3/1	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9579	bez zmian
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1922	bez zmian
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	bez zmian
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1922	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	245	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	miejscowy	bez zmian
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny	bez zmian
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,20	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,331; 1,006; 0,492	0,222; 0,226; 0,227
2.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	2,195; 0,561	0,175; 0,175
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,551	0,551
5.	Okna, drzwi balkonowe	3,0; 1,5	1,1; 1,5
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	1,5	1,5
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,82	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,80	0,80
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/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	8 142	8 142
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,85	0,85
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	313,4	180,8
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	14,3	14,3
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1855	695

4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2278	672
----	---	------	-----

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	76	76
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]	268,20	100,52
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	329,30	97,14
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%
7. Opłaty jednostkowe			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	48,83	48,83
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	19,19	19,19
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,85	1,45
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	50,50	50,50
7	Inne	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	68%
Planowane koszty całkowite		[zł]	801 918
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł/rok]	78 421

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- archiwalana dokumentacja budowlana

3.2. Inne dokumenty

Książka obiektu

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 2014 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 ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- * Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- * Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- * 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

Wojciech Nagłowski

3.4. Data wizji lokalnej

XII.2016

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

W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:

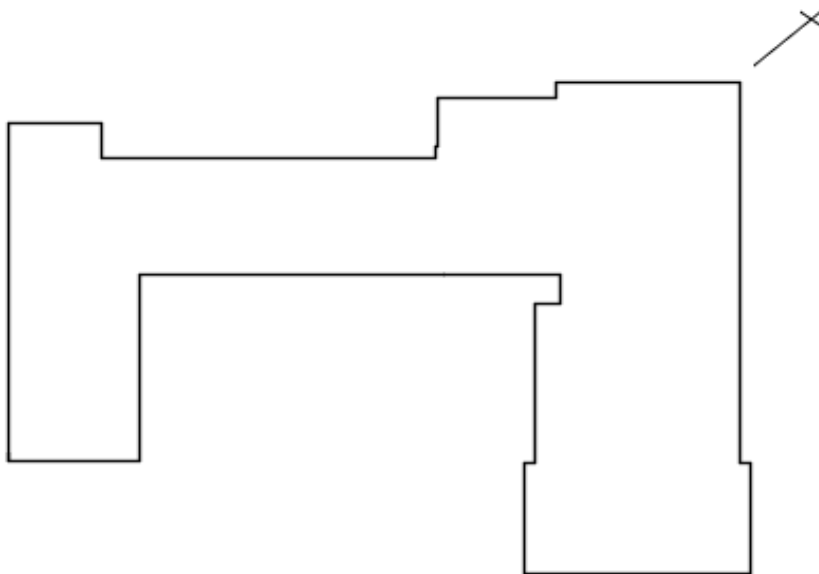
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropodachów,
- modernizacja systemu grzewczego,

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	Gmina Wąchock; ul. Wielkowiejska 1; 27-215 Wąchock
Przeznaczenie budynku	użyteczności publicznej
Adres	Kościelna 10; 27-215 Wąchock
Budynek	budynek szkoły
Technologia budowy	tradycyjna/murowana

4.2. Rzut budynku



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 2 kondygnacjach nadziemnych z częściowym podpiwniczeniem, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami murowanymi z cegły pełnej oraz z kamienia ocieplone od wewnątrz supremą.

Stropodach nad szkoła - strop akermana kryty papą

Stropodach nad przedszkolem - stropodach nie wentylowany: blacha stalowa, pustka powietrzna oraz sufit podwieszany z płyt z prasowanej wełny

Okna PCV. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na **$U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$** .

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ($q_{\dot{s}r}$)	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	313,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	14,3
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1855,3
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2278,0
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała	zł/MW	0,00
	opłata zmienna	zł/GJ	48,83
	opłata abonamentowa	zł	50,50

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Centralne ogrzewanie z kotłem gazowym
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, nieocieplone
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne / Stalowe
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Tak
7.	Zabezpieczenie	Zawór bezpieczeństwa
8.	Odpowietrzenie	Odpowietrznik automatyczny
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 12
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,86
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,82
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,63
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,91

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda ogrzewana miejscowo w elektrycznych podgrzewaczach akumulacyjnych.
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Tak

4.7. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Centralna kotłownia. Kocioł gazowy jednofunkcyjny. Kocioł stary wyeksploatowany.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	8 142

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ściany zewnętrzne oraz stropodach nie ocieplone.

5.2. Okna i drzwi

Okna PCV, szczelne w dobrym stanie technicznym.

5.3 System grzewczy

Centralne ogrzewanie z kotłem gazowym jednofunkcyjnym, grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi - zły stan techniczny.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda wytwarza miejscowo w elektrycznych podgrzewaczach akumulacyjnych - instalacja w dobrym stanie technicznym.

5.5 Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna. Nie zauważono problemów.

**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> Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła</p>	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.</p>
2	<p><u>Okna</u> Stan dobry</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
3	<p><u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie zauważono problemów.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
4	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Stan dobry, niskie zużycie wody.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
5	<p><u>System grzewczy</u> Instalacja stara wyeksploatowana</p>	<p>Proponuje się montaż nowego kotła oraz wymianę całej instalacji c.o.</p>

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 - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodachy	Ocieplenie dachów styropapą
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodachy	Ocieplenie dachów wełną mineralną
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana luksferów na okna
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. wraz z montażem nowego kotła

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 - ceglanych
		Ocieplenie ścian zewnętrznych - z kamienia
		Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole
		Wymiana luksferów
		Ocieplenie dachu nad szkoła
		Ocieplenie dachu nad przedszkolem

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{\text{wewnetrzna}}$	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{\text{zewnetrzna}}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych	3 835	3 835	dzień·K·a
O_{0m}	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{0z} c.o.	48,83	48,83	zł/GJ
A_{b0}	50,50	50,50	zł/m-c
O_{1m}	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{1z} c.w.u.	141,68	141,68	zł/GJ
A_{b1}	0,00	0,00	zł/m-c

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściany zewnętrzne - kamień

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat **A** = 747 m²
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 917 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,032 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,11	0,12	0,13
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	1,331	0,239	0,222	0,208
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	329,4	59,1	55,0	51,4
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0398	0,0071	0,0066	0,0062
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _Z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		13 199	13 399	13 575
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		136,6	141,6	146,6
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		125 262	129 847	134 432
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		9,5	9,7	9,9

Podstawa przyjętych wartości N_U

kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego

Wybrany wariant : 2	Koszt :	129 847 zł	SPBT=	9,7 lat
----------------------------	----------------	-------------------	--------------	----------------

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściany zewnętrzne - cegła

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat **A** = 378 m²
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 478 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,11	0,12	0,13
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	1,006	0,242	0,226	0,212
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	126,0	30,3	28,3	26,6
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0152	0,0037	0,0034	0,0032
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{oU} - q_{1U})O_m$	zł/a		4 673	4 771	4 854
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		127	132	137
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		60 706	63 096	65 486
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,0	13,2	13,5

Podstawa przyjętych wartości N_U

kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego

Wybrany wariant : 2	Koszt :	63 096 zł	SPBT=	13,2 lat
----------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - przedszkole		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	88 m ²
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	118 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,09	0,1
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	0,492	0,242	0,227	0,214
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	14,3	7,0	6,6	6,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0017	0,0009	0,0008	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		356	376	391
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		109	114	119
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		12 862	13 452	14 042
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		36,1	35,8	35,9
Podstawa przyjętych wartości N_U						
kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		13 452 zł	SPBT= 35,8 lat	

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach szkoła		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 1008 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 1008 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu z użyciem styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,18	0,20	0,22
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	2,195	0,193	0,175	0,160
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	733,0	64,3	58,4	53,5
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0885	0,0078	0,0071	0,0065
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		32 653	32 941	33 180
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		187	192	197
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		188 496	193 536	198 576
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,8	5,9	6,0
Podstawa przyjętych wartości N_U						
kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	193 536 zł	SPBT=	5,9 lat	

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach przedszkole		
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 240 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 240 \text{ m}^2$</p>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,15	0,17
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,561	0,183	0,175	0,160
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	44,6	14,5	13,9	12,7
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0054	0,0018	0,0017	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{oU} - q_{1U})O_m$	zł/a		1 470	1 499	1 558
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m^2		55	60	65
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		13 200	14 400	15 600
9	$\text{SPBT} = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,0	9,6	10,0
Podstawa przyjętych wartości N_U						
kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		14 400 zł		SPBT= 9,6 lat

7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie	
	Luksfery	
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 42 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 240 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{went} = 103 \text{ m}^3$ krotność</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę luksferów na okna o lepszym współczynnikach U:</p>		

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	3	1,1	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,0	1,0
		C_m	-	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	42	15	13
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	27	27	27
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	69	42	40
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0050	0,0018	0,0015
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0007	0,0007	0,0007
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0057	0,0025	0,0022
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		1 318	1 416
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł		840	940
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		35 280	39 480
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$	zł		35 280	39 480
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		26,8	27,9

Podstawa przyjętych wartości N_U

kalkulator budowlany - ceny 2016 dla województwa świętokrzyskiego

Wybrany wariant : 1	Koszt : 35 280 zł	SPBT= 26,8 lat
----------------------------	--------------------------	-----------------------

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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie dachu nad szkołą	193 536	5,9
2	Ocieplenie dachu nad przedszkolem	14 400	9,6
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień	129 847	9,7
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła	63 096	13,2
5	Wymiana luksferów	35 280	26,8
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole	13 452	35,8

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

Dane: $Q_{0co} = 1\,855 \text{ GJ/a}$

Opis:

Proponuje się montaż instalacji c.o. wraz z węzłem ciepłowniczym.

instalacja	1922 m ²	120	zł/m ²
kotłownia	1 szt	120 000	zł/szt

koszt	zł	350 606 zł
--------------	-----------	-------------------

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	MSC	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,86$	$\eta_g = 0,95$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,82$	$\eta_e = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = \mathbf{0,63}$	$\eta = \mathbf{0,80}$
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	$w_d = 0,91$	$w_d = 0,91$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	Kocioł gazowy atmosferyczny	niskotemperaturowy kocioł gazowy kondensacyjny
sprawność przesyłu η_d	przewody nie izolowane	przewody izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja miejscowa P-2K	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	przerwa 12 godzin	bez zmian

7.7.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,313433	0,313433
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1855	1855
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,63	0,80
4	Obniżenie nocne	-	0,91	0,91
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	2278	1794
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	111 235	87 601
8	Roczna opłata stała	zł/rok	640	0
9	Roczny abonament	zł/rok	606	606
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	112 481	88 207
11	Różnica	zł/rok		24 274
12	Koszt	zł		350 606
13	SPBT	lat		14,4

7.8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Wymiana instalacji co	X	X	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie dachu nad szkoła	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie dachu nad przedszkolem	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień	X	X	X	X			
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła	X	X	X				
6	Wymiana luksferów	X	X					
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole	X						

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7	800 218	1 700	801 918
2	1+2+3+4+5+6	786 766	1 700	788 466
3	1+2+3+4+5	751 486	1 700	753 186
4	1+2+3+4	688 390	1 700	690 090
5	1+2+3	558 542	1 700	560 242
6	1+2	544 142	1 700	545 842
7	1	350 606	1 700	352 306

7.8.3. 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	Q_{co+w} / η	Oplata c.o.	q_{cw}	Q_{cw}	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	0,1808	695	0,800	0,77	672	33 420	0,0143	76	10 768	0,1950	748	44 187	1 606	78 421
2	0,1817	703	0,800	0,77	680	33 810	0,0143	76	10 768	0,1960	756	44 578	1 598	78 030
3	0,1845	727	0,800	0,77	703	34 933	0,0143	76	10 768	0,1988	779	45 701	1 575	76 907
4	0,1963	825	0,800	0,77	798	39 572	0,0143	76	10 768	0,2106	874	50 340	1 480	72 268
5	0,2298	1 112	0,800	0,77	1 075	53 098	0,0143	76	10 768	0,2441	1 151	63 866	1 203	58 742
6	0,2335	1 144	0,800	0,77	1 106	54 612	0,0143	76	10 768	0,2478	1 182	65 380	1 172	57 229
7	0,3134	1 855	0,800	0,77	1 794	88 207	0,0143	76	10 768	0,3277	1 870	98 975	484	23 634
0-stan istniejący	0,3134	1 855	0,630	0,77	2 278	111 841	0,0143	76	10 768	0,3277	2 354	122 608		

 wariant wybrany do realizacji

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

7.8.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na
		zł	zł	%
1	2	3	4	5
1	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła Ocieplenie dachu nad przedszkolem Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła Wymiana luksferów Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole	801 918	78 421	68,2%
2	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła Ocieplenie dachu nad przedszkolem Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła Wymiana luksferów	788 466	78 030	67,9%
3	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła Ocieplenie dachu nad przedszkolem Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła	753 186	76 907	66,9%
4	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła Ocieplenie dachu nad przedszkolem Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień	690 090	72 268	62,9%
5	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła Ocieplenie dachu nad przedszkolem	560 242	58 742	51,1%
6	Wymiana instalacji co Ocieplenie dachu nad szkoła	545 842	57 229	49,8%
7	Wymiana instalacji co	352 306	23 634	20,6%

7.8.5. 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 instalacji co
- Ocieplenie dachu nad szkoła
- Ocieplenie dachu nad przedszkolem
- Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień
- Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła
- Wymiana luksferów
- Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

Wymiana instalacji co	Należy zamontować nowy kondensacyjny kocioł gazowy. Nową instalację z ocieplonymi rurami, grzejnikami oraz zaworami P-2K
Ocieplenie dachu nad szkołą	Ocieplić styropapą o grubości 20cm i $\lambda=0,038$
Ocieplenie dachu nad przedszkolem	Ocieplić wełną mineralną o grubości 15cm i $\lambda=0,038$
Ocieplenie ścian zewnętrznych - kamień	Ocieplić styropianem o grubości 12cm i $\lambda=0,032$
Ocieplenie ścian zewnętrznych - cegła	Ocieplić styropianem o grubości 12cm i $\lambda=0,035$
Wymiana luksferów	Należy wymienić na okna o współczynniku $U=1,1$
Ocieplenie ścian zewnętrznych - przedszkole	Ocieplić styropianem o grubości 9cm i $\lambda=0,038$

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	801 918 zł
Obliczeniowa roczna oszczędność kosztów:	78 421 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT:	10,2

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	1922	1922
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	16 164	16 164
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,80	0,80
sprawność całkowita η_w	-	0,768	0,768
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	21 047	21 047
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	76	76

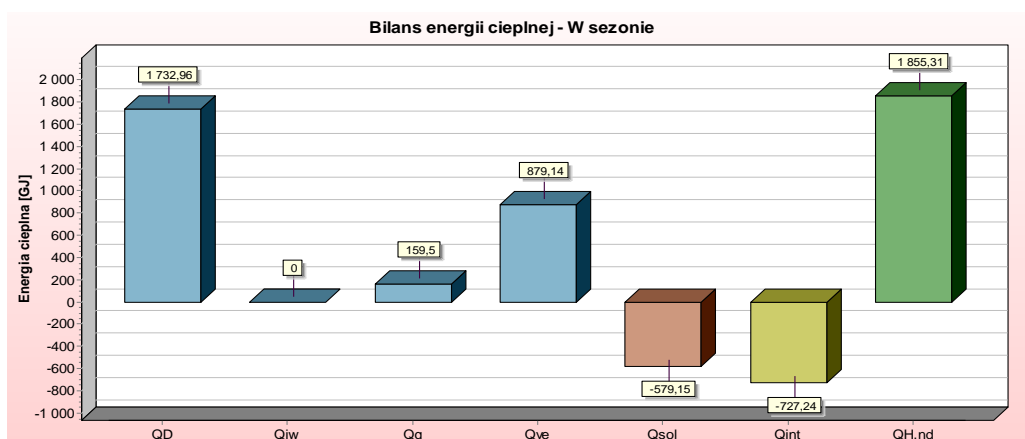
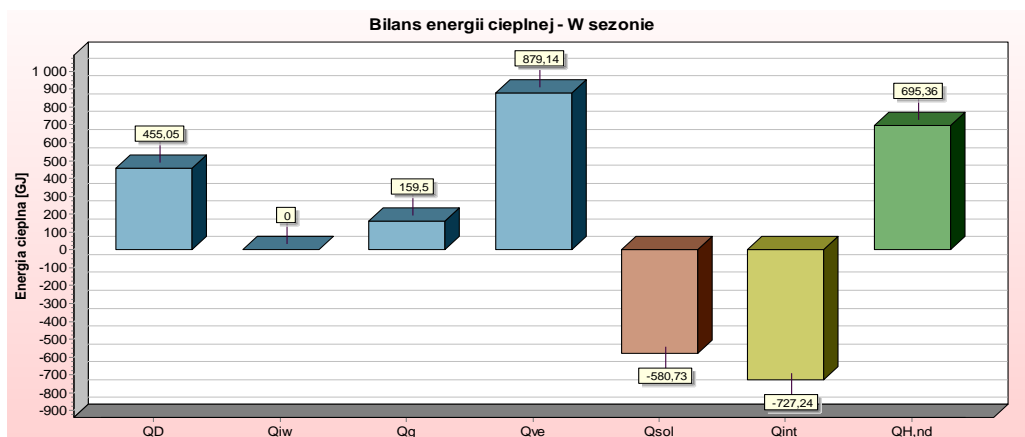
Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	245	245
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	20	20
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,272	0,272
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	2,435	2,435
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwi} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwi}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	34,7	34,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwi}^{sr} = q_{cwi}^{max} / N_h$	kW	14,3	14,3

**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	0,180783	695,36
2	0,181710	703,00
3	0,184513	726,86
4	0,196344	825,48
5	0,229822	1111,86
6	0,233511	1 143,96
7	0,313433	1 855,31
0 - stan istniejący	0,313433	1 855,31

Wyniki normą 13790



Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Kielc

S_d dla przegród zewnętrznych

	Dane dla miesięcy									
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-1,2	-2,1	0,5	7,5	13	12,7	8,5	2,3	0	
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, $L_d(m)$	31	28	31	30	5	5	31	30	31	
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
$(\Theta_{int,H} - \Theta_e) * L_d(m)$ [dzień*K/m-c]	657,2	618,8	604,5	375	35	36,5	356,5	531	620	

Dla przegród zewnętrznych S_d **3 835** dzień*K/rok przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C



BILANS EKOLOGICZNY

PRZED						
c.o.	2 278	GJ	56,1	kg/GJ	128	Mg/rok
c.w.u.	21	MWh	831,5	kg/MWh	18	Mg/rok
				Σ	145	Mg/rok

PO						
c.o.	672	GJ	56,1	kg/GJ	38	Mg/rok
c.w.u.	21	MWh	831,5	kg/MWh	18	Mg/rok
				Σ	55	Mg/rok

REDUKCJA	
90	Mg/rok
62%	%

EU - obliczona zgodnie z metodologią świadectw

		PRZED		PO
	c.o.	544 675 kWh	c.o.	231 072 kWh
	c.w.u.	16 164 kWh	c.w.u.	16 164 kWh
EU		560 839 kWh		247 236 kWh
		292 kWh/m²		129 kWh/m²

Wyniki metodologią świadectw

