

„AGER” Konrad Kostarczyk  
ul. Kwiatowa 35  
76-251 Kobylnica  
e-mail: [biuro@ager.net.pl](mailto:biuro@ager.net.pl)



NIP: 957-073-72-51  
REGON: 220480923  
tel. 608-06-26-74  
[www.ager.net.pl](http://www.ager.net.pl)

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO W BRUDZEWICACH



Adres budynku	ulica: Brudzewice-Kolonia 59 kod: 26-315 miejscowość Poświętne powiat: opoczyński województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Konrad Kostarczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 04/2017 data opracowania: 08/11/2017

**Audyt został wykonany zgodnie z obowiązującymi normami, oraz przepisami prawa polskiego**

## STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1 Rodzaj budynku	szkolny	1.2 Rok budowy 1987
1.3 Inwestor	Gmina Poświętne ul. Akacyjowa 4 kod 26-315 Poświętne tel. 44 756 40 34 REGON 000549915	1.4 Adres budynku Brudzewice-Kolonia 59 26-315 Poświętne powiat opoczyński Województwo łódzkie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:		
Firma: AGER Konrad Kostarczyk, ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica REGON: 220480923		
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:		
Konrad Kostarczyk, adres ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 1175		tel. 608-06-26-74  Konrad Kostarczyk audytor Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr 12131 wpis do rejestru MI nr 7411
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego
1.		
2.		
3.		
5. Miejscowość Kobylnica		data wykonania opracowania 08/11/2017
6. Spis treści		
1.	Strona tytułowa	strona 2
2.	Karta audytu energetycznego	strona 3
3.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 5
4.	Ocena stanu technicznego budynku	strona 12
5.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 14
6.	Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	strona 34
7.	Opis wariantu optymalnego	strona 37
8.	Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 38
9.	Załączniki do audytu	strona 41



2. Karta audytu energetycznego budynku <sup>1)</sup>				
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/ technologia budynku	tradycyjna murowana		
2.	liczba kondygnacji	3 / 4		
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	4 900	4 900	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	1 145,5	1 145,5	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	277,8	277,8	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	855,1	855,1	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	6	6	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	79	79	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacz elektryczny	kotłownia węglowa / pompa ciepła	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	kotłownia węglowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,41	0,41	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/(m <sup>2</sup> K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Ściany zewnętrzne	ściana piwnicy przy gruncie	0,61	<b>0,15</b>
		ściana szczytowa piwnicy ponad gruntem	1,45	<b>0,19</b>
		ściana podłużna piwnicy ponad gruntem	1,13	<b>0,19</b>
		ściana szczytowa kondygnacji ponad piwni	1,45	<b>0,19</b>
		ściana podłużna kondygnacji ponad piwnic	1,26	<b>0,19</b>
		ściana zewnętrzna wiatrolapu	2,02	<b>0,33</b>
2.	Dach / stropodach/ podcień	stropodach główny	1,61	<b>0,15</b>
		stropodach wiatrolapu	3,60	<b>0,36</b>
3.	podłoga na gruncie	podłoga w piwnicy	0,47	0,47
		podłoga wiatrolapu	0,47	0,47
4.	Okna	Okna PCV	1,36	1,36
		Okna zewnętrzne drewniane	3,00	<b>0,88</b>
		Okna zewnętrzne wiatrolapu	5,00	<b>1,18</b>
5.	Drzwi zewnętrzne / bramy	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	1,40	1,40
		Drzwi zewnętrzne drewniane	2,50	<b>1,30</b>
		Drzwi zewnętrzne wiatrolapu	2,50	<b>1,30</b>
6.	Inne	-	-	
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	<b>0,87</b>	
2.	Sprawność przesyłu	0,88	<b>0,97</b>	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	<b>0,90</b>	
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00	
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00	

<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		
1. Sprawność wytwarzania	0,99	<b>0,87 / 3</b>
2. Sprawność przesyłu	0,60	<b>0,65</b>
3. Sprawność sezonowa wykorzystania	1,00	1,00
4. Sprawność akumulacji	0,86	<b>0,90</b>
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi / kanały	okna, drzwi / kanały
3. Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	2 264	2 264
4. Krotność wymian powietrza [l/h]	0,7	0,7
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	119,7	<b>56,9</b>
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	5,2	<b>1,5</b>
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	767,73	<b>222,2</b>
4. Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1381,7	<b>292,6</b>
5. Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	67,1	<b>57,8</b>
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) (średnia z trzech lat) - [GJ/rok]	1 335	-
7. Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - [GJ/rok]	b.d.	-
8. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	188,26	<b>54,50</b>
9. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	338,81	<b>71,75</b>
10. Udział odnawialnych źródeł energii [%] <sup>2)</sup>	0,0%	0,7%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		
1. Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	37,9	<b>33,3</b>
2. Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/MW m-c]	0	0
3. Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	54,4	<b>10,6</b>
4. Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/MW m-c]	6 162	6 162
5. Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	2,14	<b>0,54</b>
6. Miesięczna opłata abonamentowa rocznie [zł/m-c]	0	0
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>		
1. Planowane koszty całkowite [zł]		
2. Planowana kwota kredytu [zł]		
3. Roczne zmniejszenie zapotrzeb. na energię [%]		<b>75,4%</b>
4. Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		<b>30 194</b>
5. Premia termomodernizacyjna [zł]		
6. Średni wskaźnik SPBT [lat]		
<p><sup>1)</sup> Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p><sup>2)</sup> U<sub>OZE</sub> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p><sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p><sup>4)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>		

**UWAGA!!!**

**Wszystkie wartości pieniężne dotyczące kosztów energii cieplnej, jak i kosztów usprawnień biorą pod uwagę wartości brutto**



## 2.1 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

- a) Dokumentacja projektowa:
- Dokumentacja architektoniczna oraz instalacyjna z 2016 roku.
  - dokumentacja fotograficzna
- b) Inne dokumenty
- rachunki za węgiel i energię elektryczną

### NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- o Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 43, poz. 346. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*
- o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926.) Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- o Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- o PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
- o PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach- Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
- o Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- o PN-EN ISO 13790:2009, „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

## 2.2 Osoby udzielające informacji

- Z ramienia Urzędu Gminy Poświętne  
Pani Alicja Korycka

- Dyrektor szkoły  
Pani Elżbieta Grzegorska

## 2.3 Daty wizji lokalnej

25 październik

**2.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)**

- Celem jest uzyskanie jak najbardziej korzystnych parametrów termomodernizacji obiektu.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień
  - o ocieplenie ścian fundamentowych
  - o ocieplenie ścian zewnętrznych ponad gruntem
  - o ocieplenie stropodachu
  - o wymiana starej stolarki okiennej
  - o Wymiana oświetlenia
  - o Kompleksowa modernizacja instalacji CO (wymiana pieca węglowego, wymiana przewodów CO i kaloryferów)
  - o Modernizacja systemu przygotowania CWU
- Nie rozpatrywać ocieplenia podłóg na gruncie (ze względu na problemy techniczne z wykonaniem ocieplenia)
- Aby ocieplenie ścian nie spowodowało nadmiernego zaciemnienia okien, należy zastosować styropian grafitowy

**2.5 Dodatkowe wytyczne do projektu termomodernizacji.**

Biorąc pod uwagę zmieniające się w czasie wymagania zawarte w warunkach technicznych z 2014 roku, oraz to, że proces inwestycyjny od wykonania audytu do zakończenia prac termomodernizacyjnych, może się wydłużyć do roku 2019, postanowiono, że jako graniczne wartości dla modernizowanych przegród budowlanych należy przyjąć wymagania na rok 2019 (w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością).

Rodzaj przegrody	Wymagania dla 2019 roku	
	wsp. U [W/(m <sup>2</sup> *K)]	wsp. R [(m <sup>2</sup> *K)/W]
ściana zewnętrzna	0,2	5
dachy, stropodachy i podcienie	0,15	6,67
Okna	0,9	1,11
Drzwi zewnętrzne	1,3	0,77

**3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku****3.1. Ogólne dane o budynku**

Własność - Gmina Poświętne
Rodzaj budynku - szkolny
Adres - Poświętne, Brudzewice-Kolonia 59
Rok budowy - 1987
Rok zasiedlenia - 1988
Technologia budynku - tradycyjna murowana

1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup>	[m <sup>2</sup> ]	438,2	7	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup>	[m <sup>3</sup> ]	4 899,8	8	Współczynnik kształtu	0,41
3	Kubatura wentylowana budynku <sup>2)</sup>	[m <sup>3</sup> ]	3234,1			
4	Średnia ważona wysokość kondygnacji	[m]	2,85			
5	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części	[m <sup>2</sup> ]	1132,9			
6	Powierzchnia użytkowa nieogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	12,6			

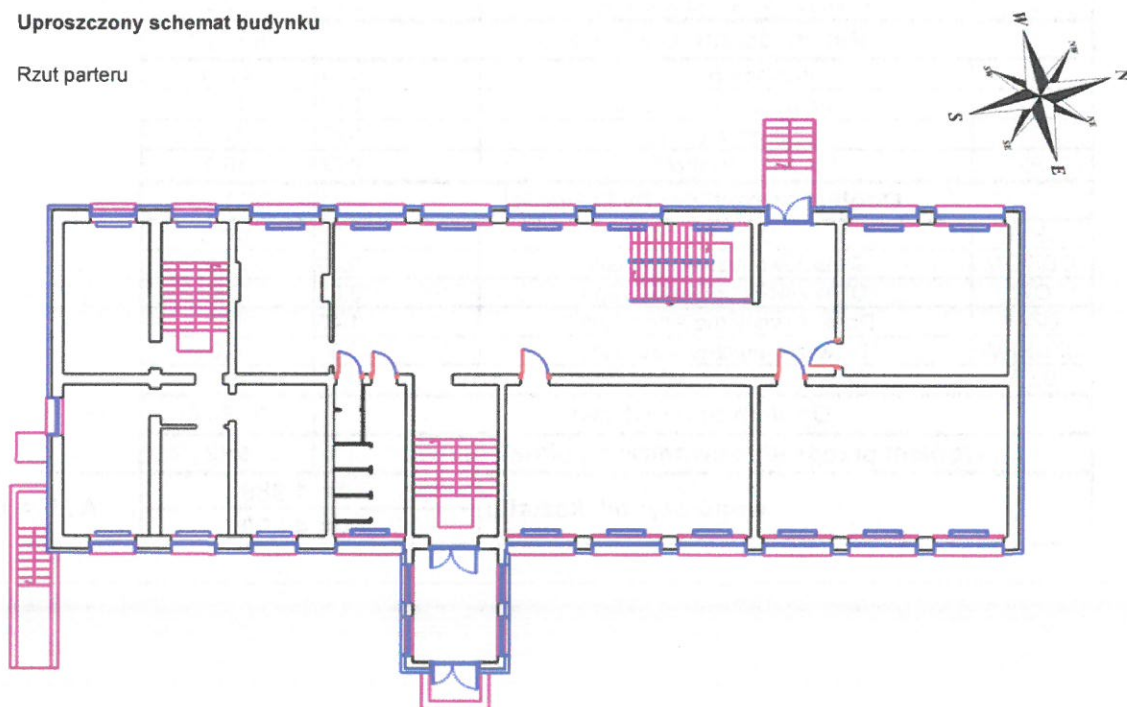
<sup>1)</sup> wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

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



### 3.2. Uproszczony schemat budynku

Rzut parteru



### 3.3. Opis istotnych elementów budynku

Obiekt, będący przedmiotem opracowania to wolnostojący budynek całkowicie podpiwniczony o dwu kondygnacjach nadziemnych w części szkolnej i trzech kondygnacjach w części socjalnej. Budynek wzniesiony w 1987 (pozwolenie na budowę z 1983) jako projekt typowy, na regularnym rzucie, murowany w technologii tradycyjnej. Ławy fundamentowe żelbetowe, ściany konstrukcyjne z cegły ceramicznej, stropy z płyt kanałowych, budynek kryty stropodachem wentylowanym.

Budynek funkcjonalnie dzieli się na część typowo szkolną trzykondygnacyjną oraz część czterokondygnacyjną, gdzie znajdują się mieszkania socjalne. Część socjalna posiada własną klatkę schodową z niezależnym wejściem z zewnątrz.

#### Zestawienie powierzchni zewnętrznych przegród budowlanych ogrzewanych pomieszczeń

Symbol	Opis przegrody	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	pow. przegrody Netto [m <sup>2</sup> ]
S1	ściana piwnicy przy gruncie	0,61	91,5
S2	ściana szczytowa piwnicy ponad gruntem	1,45	26,7
S3	ściana podłużna piwnicy ponad gruntem	1,13	87,6
S4	ściana szczytowa kondygnacji ponad piwni	1,45	239,0
S5	ściana podłużna kondygnacji ponad piwnic	1,26	366,8
S6	ściana zewnętrzna wiatrołapu	2,02	22,9
<b>Razem ściany zewnętrzne</b>			<b>834,7</b>
D1	stropodach główny	1,61	440,1
D2	stropodach wiatrołapu	3,60	16,8
P1	podłoga w piwnicy	0,47	438,2
P2	podłoga wiatrołapu	0,47	16,8
<b>Ogółem stropy, dachy i podłogi</b>			<b>911,8</b>
OPVC	Okna PCV	1,36	181,4
ODREW	Okna zewnętrzne drewniane	3,00	39,9
OW	Okna zewnętrzne wiatrołapu	5,00	8,4
DZAL	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	1,40	3,2
DZDREW	Drzwi zewnętrzne drewniane	2,50	6,2
DZW	Drzwi zewnętrzne wiatrołapu	2,50	3,4
<b>Ogółem okna i drzwi</b>			<b>242,4</b>
<b>Ogółem przegrody zewnętrzne, okna i drzwi</b>			<b>1 988,9</b>
<b>współczynnik kształtu</b>		<b>A= 1 989</b>	<b>A / V = 0,41</b>
		<b>V= 4 900</b>	



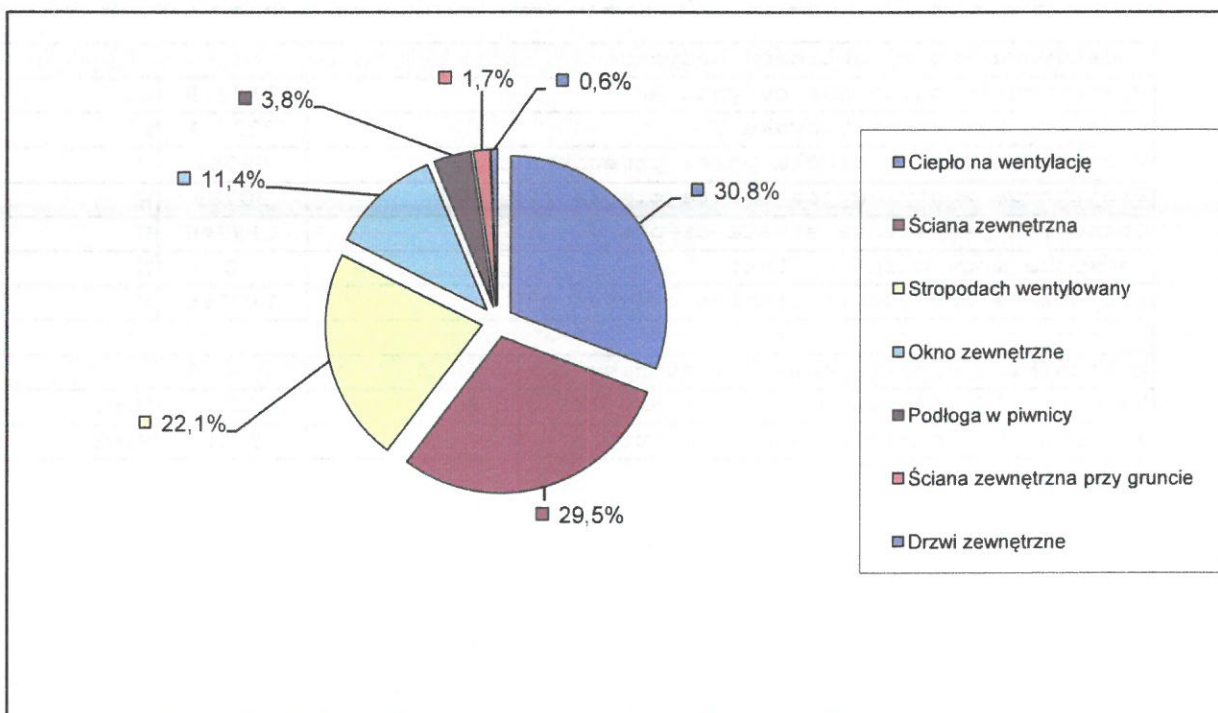
#### 4. Dane energetyczne budynku

##### 4.1. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	q [kW]	b.d.
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u	q [kW]	b.d.
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	q <sub>co</sub> [kW]	119,7
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	q <sub>cw</sub> [kW]	5,2
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q <sub>H</sub> [GJ]	767,73
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	Q <sub>S</sub> [GJ]	1381,7
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	E=Q <sub>H</sub> /V [kWh/m <sup>3</sup> a]	43,5
8.	Taryfa opłat - paliwo stałe -węgiel / ekogroszek		
	opłata stała (sieciowa) miesięcznie	zł/MW/ m-c	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/t	547,35
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł/m-c	0,00
9.	Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) - taryfa C12a		
	opłata stała (za moc) miesięcznie	zł/kW/ m-c	6,16
	opłata zmienna (prąd + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,46
	opłata abonamentowa za prąd	zł/ m-c	3,14

##### 4.2. Zestawienie strat energii cieplnej w budynku wg normy PN-EN ISO 13790

Opis	%	GJ/Rok	kWh/rok
Ciepło na wentylację	30,8%	351,3	97 585
Ściana zewnętrzna	29,5%	336,5	93 483
Stropodach wentylowany	22,1%	252,3	70 073
Okno zewnętrzne	11,4%	130,2	36 168
Podłoga w piwnicy	3,8%	43,9	12 180
Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,7%	19,5	5 411
Drzwi zewnętrzne	0,6%	7,1	1 968
Razem	100,0%	1140,7	316 868



## 4.3. Wyniki ogólne analizy OZC z programu Audytor OZC

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt szkoły w Brudzewicach	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	26-315 Poświętne	
Adres:	Brudzewice Kolonia 59	
Projektant:		
Data obliczeń:	Piątek 27 Października 2017 23:43	
Data utworzenia projektu:	Piątek 27 Października 2017 23:43	
Plik danych:	D:\KONRAD\Audytor dane\Audyty\Szkoła Brudzewice	
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:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1132,9	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\phi_T$ :	88957	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\phi_V$ :	30789	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\phi$ :	119746	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\phi_{HL}$ :	119746	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	105,7	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	37,0	W/m <sup>3</sup>



Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	571,3	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	2263,9	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_v, H$ :	2829,9	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	767,73	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	213257	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1133	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	677,7	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	188,2	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	237,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	65,9	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. $n_{50}$ :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego $\theta_{su}$ :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego $\theta_c$ :	20,0	°C



## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek szkoły powstał w roku 1987 w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne wykonano jako mur z cegły pełnej. Budynek przykryty jest stropodachem wentylowanym. Ściany zewnętrzne nie posiadają żadnej izolacji, a w przestrzeni stropodachu wentylowanego znajduje się jedynie niewielka ilość materiału przypominającego słomę. Najniższa kondygnacja budynku jest w 2/3 zagłębiona w ziemi. Brak dobrej hydroizolacji ścian przy gruncie powoduje zawilgocenie ścian zewnętrznych. Wejście frontowe do budynku posiada dodatkowo obszerny murowany przedsionek. Przedsionek nie jest ogrzewany, niemniej jednak drzwi pomiędzy przedsionkiem a korytarzem często są otwarte, a z powodu zimnych ścian, stropodachu i stolarki w przedsionku, straty ciepłe są znaczne.

Około roku 2010 w budynku wymieniono większość okien na okna PCV z szybą jednokomorową ( $U_g=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ), pozostało jednak sporo okien drewnianych, które kwalifikują się do wymiany na nowe. Również stare drzwi drewniane w większości (poza wymienioną jedną parą) kwalifikują się do wymiany.

### 5.2 System grzewczy CO

Ciepło dla budynku zapewnia kocioł węglowy OGMET typ "INNOVEX-SYLWIA" z 2002 roku o mocy grzewczej 140 kW. Kocioł posiada bardzo prostą automatykę, a jego sprawność grzewcza nie przekracza 82%. Ciepło rozprowadzane jest po budynku rurami stalowymi bez izolacji termicznej, prowadzonymi po wierzchu. Szkoła wyposażona jest w stare grzejniki żeberkowe bez zaworów termostatycznych. Przez to regulacja ilości ciepła w obrębie pomieszczeń jest bardzo trudna i często odbywa się poprzez otwieranie okien i wypuszczanie nadmiaru ciepła na zewnątrz. Instalacja jest stara (od początku istnienia budynku) i zanieczyszczona. Wszystko to wpływa na dość mizerną sprawność cieplną systemu CO.

### 5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w dwóch pojemnościowych zasobnikach elektrycznych. Jeden zasobnik zasila część socjalną a drugi część szkolną. Rozprowadzenie CWU odbywa się bez obiegów cyrkulacyjnych.

### 5.4 System wentylacji

System wentylacji w szkole opiera się na murowanych kominach wentylacyjnych. System działa sprawnie. nie obserwuje się zbytowego lub niedostatecznego wentylowania pomieszczeń.

### 5.5 System oświetleniowy

Oświetlenie w szkole opiera się w większości na starych oprawkach żarowych i świetlówkowych o niskiej sprawności świetlnej. Generuje to duże koszty a poza tym nie spełnia obecnych norm oświetleniowych.



## 5.4. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste				
Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Możliwości i sposób poprawy	
1	S4	ściana szczytowa kondygnacji ponad piwni	1,45	Należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031
	S5	ściana podłużna kondygnacji ponad piwnic	1,26	Należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031
	S2	ściana szczytowa piwnicy ponad gruntem	1,45	Należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031
	S3	ściana podłużna piwnicy ponad gruntem	1,13	Należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031
	S1	ściana piwnicy przy gruncie	0,61	Należy ocieplić styropianem hydrofobowym EPS 036
	S6	ściana zewnętrzna wiatrolapu	2,02	Należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031
	D1	stropodach główny	1,61	Należy ocieplić styropianem EPS 038
	D2	stropodach wiatrolapu	3,60	Należy ocieplić styropianem EPS 038
	P1	podłoga w piwnicy	0,47	Zgodnie z wytycznymi inwestora (pkt. 2.4) nie przewiduje się modernizacji
	P2	podłoga wiatrolapu	0,47	Zgodnie z wytycznymi inwestora (pkt. 2.4) nie przewiduje się modernizacji
Stolarka okienna i drzwiowa				
Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Możliwości i sposób poprawy	
2	OPVC	Okna PCV	1,36	Okna w dobrym stanie technicznym, relatywnie ciepłe- nie podlegają wymianie
	ODREW	Okna zewnętrzne drewniane	3,00	Należy wymienić na nowe okna PCV
	OW	Okna zewnętrzne wiatrolapu	5,00	Należy wymienić na nowe, ciepłe drzwi aluminiowe
	DZAL	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	1,40	Drzwi w dobrym stanie technicznym, relatywnie ciepłe- nie podlegają wymianie
	DZDREW	Drzwi zewnętrzne drewniane	2,50	Drzwi nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
	DZW	Drzwi zewnętrzne wiatrolapu	2,50	Drzwi nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
Wentylacja grawitacyjna				
Opis	Możliwości i sposób poprawy			
Wentylacja grawitacyjna jest sprawna i działa poprawnie	brak potrzeby ingerowania w system wentylacji			
Instalacja ciepłej wody użytkowej				
Opis	Możliwości i sposób poprawy			
Produkcja CWU w bojlerach elektrycznych jest droga w eksploatacji	Należy wykonać system hybrydowy- zasilanie z nowego kotła węglowego, a poza okresem grzewczym z powietrznej pompy ciepła			
Instalacja centralnego ogrzewania				
Opis	Możliwości i sposób poprawy			
Stary kocioł węglowy oraz cała instalacja (rury i grzejniki) kwalifikuje się do wymiany	Należy wykonać nowy kompletny system CO, z nowym kotłem węglowym, nową instalacją rozprowadzającą ciepło i nowymi grzejnikami płytowymi z zaworami i głowicami termostatycznymi.			
Instalacja oświetleniowa				
Opis	Możliwości i sposób poprawy			
Instalacja oświetleniowa składa się głównie ze starych opraw żarowych.	Należy przeanalizować opłacalność zamiany starego oświetlenia na nowe.			

## 6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 6.1. Wykaz rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku

Symbol	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji	
CO	1	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Modernizacja systemu CO w całości
	A	2	Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych ponad gruntem (S2 i S4)
	3	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych ponad piwnicą (S5)	Ocieplenie styropianem EPS 031 w systemie BSO
	4	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych piwnicy ponad gruntem (S3)	Ocieplenie styropianem EPS 031 w systemie BSO
	5	Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1)	Ocieplenie styropianem hydrofobowym EPS 036 w systemie BSO
	6	Ocieplenie ścian zewnętrznych wiatrołapu (S6)	Ocieplenie styropianem EPS 031 w systemie BSO
	7	Ocieplenie stropodachu głównego (D1)	Ocieplenie styropianem od góry
	8	Ocieplenie stropodachu wiatrołapu (D2)	Ocieplenie styropianem od góry
B	9	Wymiana starych okien drewnianych (ODREW)	Wymiana na nowe okna PCV
	10	Wymiana starych okien drewnianych w wiatrołapie (OW)	Wymiana na nowe okna PCV
	11	Wymiana starych drzwi drewnianych (DZDREW)	Wymiana na nowe drzwi aluminiowe
	12	Wymiana starych drzwi drewnianych w wiatrołapie (DZW)	Wymiana na nowe drzwi aluminiowe
C	13	Zmniejszenie kosztów wytwarzania CWU	Zmiana systemu wytwarzania CWU na hybrydowy (kocioł węglowy + pompa ciepła)
D	14	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- wymiana oświetlenia	Zmodernizowanie oświetlenia



**6.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących usprawnienia systemu CO oraz zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody oraz zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego.**

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
temperatura wewnętrzna w budynku [ $t_{wo}$ ]	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
projektowa temperatura zewnętrzna dla strefy III [ $t_{zo}$ ]	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$ dla przegród zewnętrznych*	3731	3731	dzień·K·a

Poniżej przedstawiono taryfy opłat poszczególnych źródeł energii, oraz związane z nimi sprawności systemów wytwarzania ciepła

paliwo stałe -węgiel / ekogroszek				Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie				W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
$O_{0m}$ , $O_{1m}$ ,	0,00	0,00	zł/MW/ m-c	0,00	0,00	zł/MW/m-c
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ ,	547,35	656,82	zł/t	37,89	33,26	zł/GJ <sup>(1)</sup>
$A_{b0}$ , $A_{b1}$ ,	0,00	0,00	zł/m-c	0,00	0,00	zł/m-c
Wartość opałowa	26	GJ/tonę	sprawność systemu CO dla budynku przed termomodernizacją		0,56	
			sprawność systemu CO po termomodernizacji		0,76	

energia elektryczna (z VAT) - taryfa C12a				Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie				W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
$O_{0m}$ , $O_{1m}$ ,	6,16	6,16	zł/kW/ m-c	6 162	6 162	zł/MW/m-c
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ ,	0,46	0,46	zł/kWh	129	129	zł/GJ
$A_{b0}$ , $A_{b1}$ ,	3,14	3,14	zł/ m-c	3,14	3,14	zł/ m-c
Wartość opałowa	278	kWh/GJ				

\* liczba stopniodni przyjęta jak dla stacji meteo Sulejów

(1) cena za 1GJ energii końcowej wyliczona jako wynikowa ceny źródła ciepła oraz jego wartości opałowej przeliczonej przez sprawność systemu grzewczego

**UWAGA!**

**W związku z tym, że modernizacja systemu CO w budynku jest najważniejsza, przy obliczaniu opłacalności konkretnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych będziemy brali pod uwagę koszty energii końcowej, jakie będą po wykonaniu termomodernizacji systemu CO, a nie w stanie obecnym.**



## 6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

## Przedsięwzięcie A.2. - Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych ponad gruntem (S2 i S4)

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A	=	265,7 m <sup>2</sup>
	powierzchnia okien wbudowanych w przegrodę	A <sub>okna</sub>	=	12,1 m <sup>2</sup>
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub>	=	277,8 m <sup>2</sup>
	współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U	U	=	1,45 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym, lub silikonowym. Dodatkowo aby zminimalizować mostki liniowe na styku okna ze ścianą należy ocieplić ościeża (węgarki) okien styropianem grafitowym EPS 031 o grubości minimum 2 cm. Dodatkowo po usunięciu parapetu i przed założeniem nowego, należy dodać pod parapetem również warstwę styropianu grafitowego o grubości możliwej pod względem technicznym do zastosowania.

Materiał izolacyjny: styropian grafitowy EPS 031 o współczynniku przewodności  $\lambda$  0,031 W/mK

Poniżej przedstawiono 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0$  (m<sup>2</sup> K)/W

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2

wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,15	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		4,52	4,84	5,16	5,81
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,69	5,21	5,53	5,85	6,50
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	124,3	16,5	15,5	14,6	13,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,015	0,002	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 585	3 617	3 646	3 694
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>					
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł					
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata					
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,45	0,192	0,181	0,171	0,154

Podstawa przyjętych wartości  $N_U$ 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak zmiana obróbki blacharskiej na attyce, wymiana orynnowania, ocieplenie ościeży, wymiana parapetów itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 14cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	zł	SPBT=	lat
--------------------	---------	----	-------	-----



**6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**

**Przedsięwzięcie A.3. - Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych ponad piwnicą (S5)**

**Dane:** powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 366,8 \text{ m}^2$   
 powierzchnia okien wbudowanych w przegrodę  $A_{\text{okna}} = 197,5 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 564,4 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 1,26 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

**Opis wariantów usprawnienia**

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym, lub silikonowym. Dodatkowo aby zminimalizować mostki liniowe na styku okna ze ścianą należy ocieplić ościeża (węgarki) okien styropianem grafitowym EPS 031 o grubości minimum 2 cm. Dodatkowo po usunięciu parapetu i przed założeniem nowego, należy dodać pod parapetem również warstwę styropianu grafitowego o grubości możliwej pod względem technicznym do zastosowania.

Materiał izolacyjny: styropian grafitowy EPS 031 o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$

Poniżej przedstawiono 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2

wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,15	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,52	4,84	5,16	5,81
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,79	5,31	5,63	5,95	6,60
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	149,1	22,3	21,0	19,9	17,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,018	0,003	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		4 217	4 260	4 297	4 362
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>					
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł					
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata					
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,26	0,188	0,178	0,168	0,152

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$**

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak ewentualne wydłużenie okapu, wymiana orynnowania, ocieplenie ościeży, wymiana parapetów itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 14cm.

<b>Wybrany wariant- 1</b>	<b>Koszt :</b>	<b>zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>lat</b>
---------------------------	----------------	-----------	--------------	------------



## 6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

## Przedsięwzięcie A.4. - Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych piwnicy ponad gruntem (S3)

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A =	87,6 m <sup>2</sup>
	powierzchnia okien wbudowanych w przegrodę	A <sub>okna</sub> =	25,2 m <sup>2</sup>
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> =	112,8 m <sup>2</sup>
	współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U =		1,13 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym, lub silikonowym. Dodatkowo aby zminimalizować mostki liniowe na styku okna ze ścianą należy ocieplić ościeża (węgarki) okien styropianem grafitowym EPS 031 o grubości minimum 2 cm. Dodatkowo po usunięciu parapetu i przed założeniem nowego, należy dodać pod parapetem również warstwę styropianu grafitowego o grubości możliwej pod względem technicznym do zastosowania.

Materiał izolacyjny: styropian grafitowy EPS 031 o współczynniku przewodności  $\lambda$  0,031 W/mK

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0$  (m<sup>2</sup> K/W)

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> /KW		4,52	4,84	5,16
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> /KW	0,88	5,40	5,72	6,05
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	31,9	5,2	4,9	4,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		889	898	907
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>				
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł				
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	1,13	0,185	0,175	0,165

Podstawa przyjętych wartości  $N_U$ 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak wymiana orynnowania, ocieplenie ościeży, wymiana parapetów itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 14cm.

Wybrany wariant- 1

Koszt :

zł

SPBT=

lat



## 6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

## Przedsięwzięcie A.5. - Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1)

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)  $A = 91,5 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 91,5 \text{ m}^2$   
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody  $U = 0,61 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

## Opis wariantów usprawnienia

Ściana przy gruncie jest nieocieplona i zimna. Nie wykonano również nowej hydroizolacji, została jedynie wykonana opaska betonowa wokół budynku, która w wielu miejscach jest spękana i nie chroni ścian przy gruncie przez penetracją wody opadowej.

Należy zatem zlikwidować opaskę wokół budynku oraz rozebrać studzienki przyokienne. Następnie ściany należy odkopać do poziomu ław fundamentowych, oczyścić je i osuszyć. Kolejnym etapem będzie wykonanie szczelnej powłoki hydroizolacyjnej właściwej dla podłoża i warunków gruntowo-wodnych, przyklejenie na hydroizolację płyt ze styropianu hydrofobowego (o parametrze poziomu nasiąkliwości wody przy długotrwałym, całkowitym zanurzeniu nie wyższym niż 3,5%) i zabezpieczenie go folią kubełkową.

Aby utrzymać wody opadowe z dala od ścian budynku konieczne będzie wykonanie drenażu wokół budynku i odprowadzenia go do kanalizacji deszczowej, studni chłonnej, lub studni z pompą zanurzeniową.

Materiał izolacyjny: styropian grafitowy, hydrofobowy o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ .

Uproszczona metoda wyliczania oporu cieplnego docieplanej przegrody nie bierze pod uwagę oporu gruntu. Dlatego dla właściwego zbadania opłacalności tego przedsięwzięcia należy posłużyć się metodą wyliczania oporu przegrody przy gruncie zawartej w normie PN EN ISO 13370.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

Dodatkowym ograniczeniem maksymalnej grubości izolacji jest grubość styropianu na ścianie ponad gruntem, czyli 14cm. (patrz punkty 6.2.1 i 6.2.3) Ze względów technologicznych nie powinno się wykonywać wystających gzymsów na ścianie przy gruncie.

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego  $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy o 2cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy o 2cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,61	4,32	4,96
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,64	5,25	5,95	6,60
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	18,0	5,6	5,0	4,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0022	0,0007	0,0006	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0r} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1r}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		412	434	451
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>				
8	Orientacyjny dodatkowy koszt rozebrania i odtworzenia studzienek przyokiennej	zł				
9	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł				
10	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
11	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,61	0,19	0,17	0,15

Podstawa przyjętych wartości  $N_U$ 

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszty robót dociepleniowych obejmują odkopanie ściany do ław fundamentowych, oczyszczenie i osuszenie, założenie hydroizolacji, przyklejenie styropianu hydrofobowego, zabezpieczenie styropianu folią kubełkową wykonanie opaski drenażowej, zasypanie wykopu żwirem, ułożenie płyt chodnikowych przy ścianie ze spadkiem od budynku, oraz wymianę bednarki uziemiającej.

Wariant przewidziany do realizacji przewiduje docieplenie styropianem hydrofobowym EPS 036 o grubości 14cm.

Wybrany wariant- 3	Koszt :	zł	SPBT=	lat
--------------------	---------	----	-------	-----



### 6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Przedsięwzięcie A.6. - Ocieplenie ścian zewnętrznych wiatrołapu (S6)

##### Dane:

powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A	=	22,9 m <sup>2</sup>
powierzchnia okien i drzwi wbudowanych w przegrodę	A <sub>okna</sub>	=	11,8 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub>	=	34,7 m <sup>2</sup>
współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U =			2,02 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

##### Opis wariantów usprawnienia

Wiatrołap jest pomieszczeniem nieogrzewanym więc ocieplenie go należy traktować jako przygotowanie podłoża pod nałożenie nowego tynku. Jednakże ocieplenie wiatrołapu spowoduje w nim wzrost temperatury, a jako że jest to pomieszczenie połączone ze szkołą, spowoduje to zmniejszenie strat ciepłych szkoły.

Materiał izolacyjny: styropian grafitowy EPS 031 o współczynniku przewodności  $\lambda$  0,031 W/mK.

Z uwagi na to iż wiatrołap jest pomieszczeniem nieogrzewanym, nie ma możliwości obliczyć zyski cieplnej standardową metodą. Dlatego aby wykazać oszczędności trzeba wykorzystać dane z programu Audytor OZC.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

**W związku z tym, że ściana wiatrołapu styka się ze ścianą podłużną szkoły blisko okna szkoły, gdzie odległość od ściany wiatrołapu do węgaraka okna wynosi 9cm, maksymalną grubością styropianu, który można zastosować na ocieplenie ścian wiatrołapu jest 8cm.**

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,05	0,06	0,08
2	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> - straty energii cieplnej dla budynku wg Audytora OZC	GJ/a	767,7	767,56	767,55	767,54
3	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		5,7	6,0	6,3
4	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>				
5	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł				
6	SPBT = N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata				
7	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	2,02	0,474	0,411	0,325

##### Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub>

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak ewentualne wydłużenie okapu, wymiana orynnowania, ocieplenie ościeży, wymiana parapetów itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 8cm.

Wybrany wariant- 3	Koszt :	zł	SPBT=	lat
--------------------	---------	----	-------	-----



6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie						
Przedsięwzięcie A.7. - Ocieplenie stropodachu głównego (D1)						
<b>Dane:</b>		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	440,1	m <sup>2</sup>	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>kosz</sub> =	440,1	m <sup>2</sup>	
		współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U =		1,61	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
W związku z przeciekaniem stropodachu, nie można wykonać ocieplenia bez wykonania hydroizolacji. Najrozsądniej będzie połączyć prace ociepleniowe z pracami hydroizolacyjnymi. Należy zatem ocieplić górną warstwę stropodachu styropianem, i przykryć go wysokospecjalistyczną membraną wykonaną ze zbrojonego EPDM, ze spodnią warstwą bitumu modyfikowanego polimerami, o minimalnym wydłużeniu 300% łączoną na zakładach zgrzewem za pomocą ciepłego powietrza. Ważnym jest by takie prace wykonane zostały przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem.						
Należy jednak pamiętać, że ocieplenie górnej warstwy stropodachu wentylowanego implikuje konieczność przerobienia go na stropodach niewentylowany, a więc likwidację otworów wentylacyjnych znajdujących się pod okapem w ścianie podłużnej (S5) i wyprowadzenie kominków wentylacyjnych w kalenicy, które będą odprowadzały wilgoć z przestrzeni istniejącego stropodachu.						
Materiał izolacyjny:		styropian EPS 036, 150 kPa λ =		0,036	W/mK .	
Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 6,67 (m <sup>2</sup> K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,22	0,23	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		6,11	6,39	6,67
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,62	6,73	7,01	7,29
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A·U <sub>C</sub>	GJ/a	228,8	21,1	20,2	19,5
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>C</sub>	MW	0,028	0,003	0,003	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> -x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> )+12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>0m</sub> -y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>1m</sub> )+12(Ab <sub>0</sub> -Ab <sub>1</sub> )	zł/a		6 910	6 938	6 963
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>				
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł				
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata				
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,61	0,149	0,143	0,137
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Cena na podstawie kalkulacji firmy ARCO System Sp. z o. o.						
Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi takimi jak obróbki blacharskie, obróbki atyk, wymiana orynnowania itp.						
Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie o grubości 22cm.						
<b>Wybrany wariant- 1</b>		<b>Koszt :</b>	<b>zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>lat</b>	



### 6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Przedsięwzięcie A.8. - Ocieplenie stropodachu wiatrołapu (D2)

##### Dane:

powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A =	16,8 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> =	12,6 m <sup>2</sup>
współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U =		3,60 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

##### Opis wariantów usprawnienia

Wiatrołap jest pomieszczeniem nieogrzewanym. Jednakże ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem spowoduje wzrost temperatury w wiatrołapie, a jako że jest to pomieszczenie połączone ze szkołą, spowoduje to zmniejszenie strat ciepłych szkoły.

W związku z tym, iż nad samym stropodachem znajduje się okno, nie ma możliwości docieplenia stropodachu od góry. Jedyną możliwością to ocieplenie stropu w wiatrołapie od spodu za pomocą wełny mineralnej właściwej dla systemu BSO (lekka mokra) wykończony tynkiem i gładzią.

Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,040$  W/mK.

Podobnie jak przy analizowaniu ocieplenia ścian zewnętrznych wiatrołapu, również w tym przypadku dla określenia strat energii cieplnej wykorzystamy dane z programu Audytor OZC.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

Aby za bardzo nie zmniejszać wysokości pomieszczenia, zgodnie z życzeniem inwestora maksymalna grubością izolacji do sprawdzenia będzie 12cm.

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> ·K/W		2,00	2,50	3,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,28	2,28	2,78	3,28
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> - straty energii cieplnej dla budynku wg Audytora OZC	GJ/a	767,73	767,45	767,44	767,43
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		9,3	9,6	10,0
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>				
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł				
8	SPBT = N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata				
9	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	3,60	0,439	0,360	0,305

##### Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub>

Przyjęto ceny ocieplenia wg wyceny firmy "Piotr Waligóra Cherbud Usługi Ogólnobudowlane"

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi jak tynkowanie, malowanie itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje warstwę izolacji o grubości 10cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt :	zł	SPBT=	lat
--------------------	---------	----	-------	-----



**6.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji**

**Przedsięwzięcie B.9. - Wymiana starych okien drewnianych (ODREW)**

Najstarsze okna zewnętrzne budynku, to okna drewniane jednoramowe z szybą zespoloną jednokomorową, Okna są zimne i nieszczelne co powoduje nadmierną infiltrację powietrza. Nieszczelności powodują ponadto wnikanie deszczu do środka pomieszczeń co powoduje zawilgocenie ścian na styku z oknami.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna PCV.

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 39,9 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 532 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

**Opis wariantów usprawnienia**

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f= 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0.030 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer U)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien =  $0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f= 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi=0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer U)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien =  $0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m <sup>2</sup> K	3,00	0,88	0,81
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	122,7	81,4	80,5
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0142	0,0086	0,0085
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m})$	zł/a		1 373	1 403
6	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł			
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł			
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata			

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$**

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

wariant 1: wymiana na okna o  $U_w = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na drzwi o  $U_w = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PCV z szybą o współczynniku  $U_g=0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

<b>Wybrany wariant- 1</b>	<b>Koszt :</b>	<b>zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>lat</b>
---------------------------	----------------	-----------	--------------	------------

### 6.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.10. - Wymiana starych okien drewnianych w wiatrołapie (OW)

Okna w przedsionku (wiatrołapie) to stare okna wykonane z pojedynczej szyby, oprawione w ramki drewniane. Okna są bardzo zimne i nieszczelne.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna PCV.

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 8,4 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Podobnie jak przy analizowaniu ocieplenia ścian zewnętrznych wiatrołapu, również w tym przypadku dla określenia strat energii cieplnej wykorzystamy dane z programu Audytor OZC.

#### Opis wariantów usprawnienia

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, jednokomorową o współczynniku  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer A)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien = 1,18 W/m<sup>2</sup>\*K**

**wariant 1:** okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku  $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , współczynnik profilu  $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą  $\Psi = 0,037 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ciepła ramka Swisspacer A)

**średni ważony współczynnik  $U_w$  dla okien = 0,85 W/m<sup>2</sup>\*K**

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m <sup>2</sup> *K	5,00	1,18	0,85
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,00	1,00
3	$Q_{0U}, Q_{1U}$ - straty energii cieplnej dla budynku wg Audytora OZC	GJ/a	767,73	767,68	767,68
4	$q_0, q_1$ - zapotrzebowanie na moc grzewczą dla budynku wg Audytora OZC	MW	0,1197	0,1197	0,1197
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m})$	zł/a		2	2
6	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł			
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata			

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

wariant 1: wymiana na okna o  $U_w = 1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na drzwi o  $U_w = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
		zł
		zł

Kosztorys na okna obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PCV z szybą o współczynniku  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	zł	SPBT=	lat



### 6.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.11. - Wymiana starych drzwi drewnianych (DZDREW)

W budynku (poza wiatrolapem) znajdują się 2 pary starych drzwi drewnianych. Drzwi są zimne i nieszczelne, co oprócz sporych strat ciepła powoduje dużą infiltrację powietrza i wychładzanie pomieszczeń.

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$A_{ok} = 6,2 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 82 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

#### Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na aluminiowe drzwi ciepłe i szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej  $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi $U$	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	2,50	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,2
		$C_m$	-	1,3
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	18,0	13,4
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0021	0,0014
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{oz} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{dm} - y_1 * q_1 * O_{1z})$	zł/a		152
6	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$	zł		
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		

#### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Wybrany wariant- 1

Koszt :

zł

SPBT=

lat

### 6.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

#### Przedsięwzięcie B.12. - Wymiana starych drzwi drewnianych w wiatrołapie (DZW)

Drzwi do przedsionka szkoły (wiatrołapu) są zimne i nieszczelne, co oprócz sporych strat ciepła powoduje dużą infiltrację powietrza i wychładzanie pomieszczenia.

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$A_{ok} = 3,4 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru  $C_w = 1,2$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Podobnie jak przy analizowaniu ocieplenia ścian zewnętrznych wiatrołapu, również w tym przypadku dla określenia strat energii cieplnej wykorzystamy dane z programu Audytor OZC.

#### Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na aluminiowe drzwi ciepłe i szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej  $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m <sup>2</sup> K	2,50	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,2	1,00
		$C_m$	1,3	1,00
3	$Q_{0U}, Q_{1U}$ - straty energii cieplnej dla budynku wg Audytora OZC	GJ/a	767,73	767,71
4	$q_0, q_1$ - zapotrzebowanie na moc grzewczą dla budynku wg Audytora OZC	MW	0,1197	0,1197
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{oz} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} -$	zł/a		1
6	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$	zł		
7	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Wybrany wariant- 1

Koszt :

zł

SPBT=

lat



### 6.2.12. Ocena i wybór przesiewięzienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

#### Przedsięwzięcie C.13. - Zmniejszenie kosztów wytwarzania CWU

#### Stan obecny

Obecnie ciepła woda użytkowa (CWU) wytwarzana jest centralnie w dwóch zasobnikowych podgrzewaczach elektrycznych. Jeden zasobnik obsługuje część socjalną a drugi część szkolną. CWU z zasobników transportowana jest rurami stalowymi do punktów poboru wody. Instalacja nie posiada obiegu cyrkulacyjnego

Elektryczne podgrzewanie wody jest relatywnie drogie, dlatego należy zmienić ten system.

#### Opis propozycji usprawnienia

Proponuje się zlikwidowanie istniejących zasobników i wstawienie dwóch powietrznych pomp ciepła zintegrowanych z zasobnikiem z dodatkową węzownicą. Jedna pompa ciepła znajdowałaby się w piwnicy części socjalnej i obsługiwała tę część. Drugą pompę ciepła (dla części szkolnej) należy zlokalizować w kotłowni przy ścianie oddzielającej kotłownię od łazienki.

Dodatkowe węzownice należy zasilić ciepłem z kotła węglowego. Dzięki takiemu rozwiązaniu zasobniki będą zasilane w okresie grzewczym tanim ciepłem z kotła węglowego, a w okresie gdy szkoła nie będzie wymagała już grzania, a temperatura powietrza zewnętrznego będzie wyższa, tanim ciepłem z energii odnawialnej.

#### Minimalne parametry pomp ciepła:

- pojemność zasobnika nie mniej niż 250dm<sup>3</sup>
- COP nie mniej niż 3,0 zgodnie z normą PN-EN 14511 lub EN 16147 w punkcie pracy A15W10-55
- moc grzewcza co najmniej 1,7 kW

Aby zmniejszyć straty na dystrybucji CWU oraz zwiększyć komfort użytkownika należy dodatkowo wykonać nowy pion zasilający wraz z obiegiem cyrkulacyjnym dla zasobnika obsługującego część szkolną. Obieg cyrkulacyjny należy wyposażyć w pompę cyrkulacyjną ze sterownikiem czasowym oraz wbudowanym termostatem, który wyłącza pompę przy ustawionej temperaturze powrotu z cyrkulacji (Audytor zaleca wstępnie nastawić termostat pompy na 38° C). Nowe przewody CWU oraz przewody zasilające zasobniki z kotła węglowego należy zaizolować otulinami o grubości zgodnej z wytycznymi zawartymi w WT.

#### Określenie kosztów inwestycyjnych

pozycja	cena jedn.	ilość	wartość
Pompa ciepła z zasobnikiem 250l			
robocizna i materiały dodatkowe przy pompach ciepła			
Wykonanie nowego pionu wraz z cyrkulacją oraz podłączenie zasobników do kotła			

Szczegółowe obliczenia zapotrzebowania na energię w stanie istniejącym i po termomodernizacji znajdują się w załączniku nr 4, na stronie 46 niniejszego audytu.

Obliczenie oszczędności dla produkcji ciepłej wody użytkowej

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	9 893	1 937
2.	Oszczędność	zł/a		7 956
3.	Koszt modernizacji	zł		
4.	SPBT	lata		
<b>KOSZT</b>		zł		
<b>SPBT</b>				lat



**6.2.13. Ocena przesiewzienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia.**
**Przedsięwzięcie D.14. - Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- wymiana oświetlenia**
**Stan obecny**

Oceniany budynek posiada bardzo starą instalację oświetleniową. Jest wiele punktów świetlnych wyposażonych w zwykłe oświetlenie żarowe, a oprawy świetlówkowe są stare, o niskiej sprawności, wyposażone w stare startery (dławiki), które zużywają dodatkowo około 20% mocy zainstalowanej. Dodatkowo istniejąca instalacja elektryczna jest na tyle stara, że grozi awarią, a w konsekwencji pożarem. Ponadto nie da się wymienić istniejącego oświetlenia na nowoczesne bez zmiany starej instalacji, dlatego instalację elektryczną należy wymienić w całości.

Aby ocenić efekt ekonomiczny planowanej inwestycji, w pierwszej kolejności wykonano inwentaryzację oświetlenia obecnie istniejącego. Dla obliczeń zużycia energii na oświetlenie, przyjęto, że budynek szkoły jest czynny 187 dni w ciągu roku (według kalendarza 2017/2018)

kondygnacja	Pomieszczenie	Rodzaj oprawy / źródła	ilość opraw	moc oprawy [W]	straty na starterze	moc w pomieszczeniu [W]	Czas pracy (h/doba)	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok
Piwnica	komunikacja/ jadalnia	świetlówki 2x36W	7	72	20%	604,8	3	561	339
	Przygotownia	świetlówki 2x36W	2	72	20%	172,8	4	748	129
	magazyn kotłowni	żarówka 75W	3	75		225	1	187	42
	kotłownia	żarówka 75W	2	75		150	3	561	84
	toaleta	żarówka 75W	3	75		225	1	187	42
	komunikacja	żarówka 75W	2	75		150	1	187	28
	szatnia	świetlówka 2x32W	7	64	20%	537,6	1	187	101
	sala ćwiczeń	żarówka 75W	6	75		450	2	374	168
	magazyn	żarówka 75W	6	75		450	1	187	84
Kredens	świetlówki 2x36W	1	72	20%	86,4	1	187	16	
Parter	przedsiónek	żarówka 75W	1	75		75	1	187	14
	komunikacja	świetlówka 2x32W	3	64	20%	230,4	2	374	86
	toalety	żarówka 75W	3	75		225	2	374	84
	pokój nauczycielski	LED 8W	3	8		24	3	561	13
	korytarz/komunikacja	LED 8W	11	8		88	4	748	66
	sala przedszkolna 3	LED 8W	11	8		88	2	374	33
	sala przedszkolna 2	LED 8W	14	8		112	9	1683	188
	sala przedszkolna 1	LED 8W	11	8		88	9	1683	148
Piętro	korytarz/komunikacja	żarówka 75W	13	75		975	3	561	547
	biblioteka	LED 8W	2	8		16	3	561	9
	sala lekcyjna 1	LED 8W	11	8		88	2	374	33
	sala lekcyjna 2	LED 8W	11	8		88	5	935	82
	prac. komputerowa	świetlówki 2x36W	6	72	20%	518,4	1	187	97
	sala lekcyjna 3	żarówka 75W	11	75		825	5	935	771
	sala lekcyjna 4	żarówka 75W	10	75		750	2	374	281
	pom. pielęgniarci	świetlówki 1x36W	1	36	20%	43,2	1	187	8
<b>SUMA</b>						<b>7 286</b>		<b>SUMA</b>	<b>3 495</b>





### 6.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.		Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty przedsięwzięcia	SPBT lata
1	C.13	Zmniejszenie kosztów wytwarzania CWU		
2	A.2	Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych ponad gruntem (S2 i S4)		
3	A.7	Ocieplenie stropodachu głównego (D1)		
4	A.4	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych piwnicy ponad gruntem (S3)		
5	A.3	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych ponad piwnicą (S5)		
6	B.9	Wymiana starych okien drewnianych (ODREW)		
7	B.11	Wymiana starych drzwi drewnianych (DZDREW)		
8	A.8	Ocieplenie stropodachu wiatrołapu (D2)		
9	A.5	Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1)		
10	D.14	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- wymiana oświetlenia		
11	A.6	Ocieplenie ścian zewnętrznych wiatrołapu (S6)		
12	B.10	Wymiana starych okien drewnianych w wiatrołapie (OW)		
13	B.12	Wymiana starych drzwi drewnianych w wiatrołapie (DZW)		
<b>RAZEM</b>				



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

##### Przedsięwzięcie CO.1. - Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

#### UWAGA!

Aby sprawiedliwie ocenić inwestycję w modernizację systemu CO należy wziąć pod uwagę zmiany w zapotrzebowaniu na moc grzewczą, oraz ciepło, jakie wprowadzą usprawnienia ograniczające zużycie ciepła dla budynku (analizowane w punkcie 6.2). Do analizy zysków z przedsięwzięcia weźmiemy więc pod uwagę obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło jakie będzie po wykonaniu wszystkich pozostałych usprawnień dotyczących osłony termicznej budynku oraz wentylacji, a nie takie jakie jest w stanie obecnym.

#### Dane:

zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji $Q_{0co}$	=	222,24 GJ/a
zapotrzebowanie na moc grzewczą po termomodernizacji $\Phi_{HL}$	=	56,93 kW
sprawność systemu CO w stanie obecnym $\eta_0$	=	0,56
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie doby $w_{d0}$	=	1
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_{t0}$	=	1

#### Stan obecny

Ciepło dla budynku wytwarzane jest kotle węglowym OGMET typ "INNOVEX-SYLWIA" z 2002 roku. Moc grzewcza 140 kW. Kocioł zlokalizowany jest w piwnicy budynku szkoły. Jego stan techniczny jest średni. Orientacyjna sprawność wytworzenia ciepła wynosi 82%. Przewody w kotłowni są stare i niezaizolowane w złym stanie technicznym.

Budynek wyposażony jest w grzejniki żeberkowe, niewyposażone w zawory termostatyczne (ją tylko stare zawory odcinające). Rury rozprowadzające ciepło stalowe, spawane, prowadzone po wierzchu i niezaizolowane. Instalacja jest stara (od początku istnienia budynku) i zanieczyszczona. Wszystko to wpływa na dość mizerną sprawność cieplną systemu CO.

W efekcie w większości przypadków zawory odkręcone są na maksimum a regulacja ciepła w przypadku zbyt wysokiej temperatury odbywa się za pomocą wietrzenia i wyrzucenia nadmiaru ciepła na zewnątrz. Powoduje to duże i niepotrzebne straty ciepłe.

Całkowita sprawność systemu CO wynosi **0,56**

0	sprawności składowe systemu w stanie obecnym				Sprawność całkowita systemu w stanie obecnym	
	wytwarzania $\eta_g$	przesyłu $\eta_d$	regulacji i wykorzystania $\eta_e$	akumulacji $\eta_s$	$w_t = 1,00$	$w_d = 1,00$
	0,82	0,88	0,77	1,00	$\eta_0 =$	0,56

Aby podwyższyć sprawność systemu CO należy wymienić cały system grzewczy na nowy tj:

- wymienić stary kocioł węglowy na nowy dwufunkcyjny kocioł na ekogroszek
- wymienić stare przewody rozprowadzające ciepło na nowe i zaizolować je otuliną o grubościach zgodnych z WT,
- wymienić stare grzejniki żeberkowe na nowe grzejniki płytowe i wyposażyc je w głowice termostatyczne.

#### OPIS USPRAWNIEŃ

Starą kotłownię należy w całości zdemontować i na jej miejsce wykonać nową opartą na kotle na ekogroszek z automatycznym podajnikiem i automatyką pogodową. Sprawność optymalna kotła 86-89 %. Należy pamiętać, by zasilić z kotła zasobniki do CWU z pompą ciepła opisane w przedsięwzięciu C.13 na stronie 27

Całą instalację centralnego ogrzewania w budynku należy zdemontować, a następnie wykonać na nowo, w oparciu o nowe przewody, odpowiednią izolację i nowe grzejniki konwektorowo-promiennikowe (np. Kermi therm X2)

Grubość izolacji na przewodach CO musi być zgodna z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych 2014. Dla estetyki i zabezpieczenia izolacji przed zniszczeniem należy zastosować otulinę z wełny mineralnej pokrytej płaszczem z folii PCV z zakładką samoprzylepną.

Zawory termostatyczne nowych grzejników należy wyposażyć w głowice termostatyczne z zabezpieczeniem antykradzieżowym.

Wymianę całej instalacji na nową, należy bezwzględnie poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone szczegółowe parametry nowej instalacji.

W tabeli poniżej zestawiono obecne wartości współczynników sprawności systemu CO, oraz uwzględniające wprowadzenie wyżej wymienionych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła - Montaż nowego kotła na ekogroszek	$\eta_g = 0,82$	$\eta_g = 0,87$
2	Przesyłanie ciepła - Wykonanie nowej instalacji grzewczej z rur polipropylenowych, zespolonych, zaizolowanych otulinami o grubości zgodnej z WT.	$\eta_d = 0,88$	$\eta_d = 0,97$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego - Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe z zaworami termostatycznymi.	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,90$
4	Akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = 0,56$	$\eta_1 = 0,76$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - brak przerw w ogrzewaniu	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - brak przerw w ogrzewaniu	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Ocena finansowa wdrożonego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	stan docelowy
1	Sprawność całkowita systemu	-	0,56	0,76
2	zapotrzebowanie na energię użytkową	GJ/rok	222	222
3	zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	400	292
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$	-	1,00	1,00
6	oszczędność kosztów związana ze zmniejszeniem zapotrzebowania na GJ	zł/rok		1 033
7	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		
8	SPBT	lata		

Koszt przedsięwzięcia oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego przedstawionego przez inwestora.

Wybrany wariant- 1	Koszt :		zł	SPBT=	lat
--------------------	---------	--	----	-------	-----



## 6.5. Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnych zalecanych do realizacji

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Koszty	SPBT lata	Inne koszty (proporcjonalnie)			Koszty warianu ogółem
				Koszty dokumentacji	Koszty nadzoru	Razem	
		zł	lata	zł	zł	zł	zł
1	Zmniejszenie kosztów wytwarzania CWU						
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych ponad gruntem (S2 i S4)						
3	Ocieplenie stropodachu głównego (D1)						
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych piwnicy ponad gruntem (S3)						
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych ponad piwnicą (S5)						
6	Wymiana starych okien drewnianych (ODREW)						
7	Wymiana starych drzwi drewnianych (DZDREW)						
8	Ocieplenie stropodachu wiatrolapu (D2)						
9	Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1)						
10	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- wymiana oświetlenia						
11	Ocieplenie ścian zewnętrznych wiatrolapu (S6)						
12	Wymiana starych okien drewnianych w wiatrolapie (OW)						
13	Wymiana starych drzwi drewnianych w wiatrolapie (DZW)						
14	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania						
<b>Razem</b>							

Powyższe zestawienie zawiera listę usprawnień zalecanych do realizacji, uszeregowanych według współczynnika SPBT.

## 7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Działania ujęte w tabeli w punkcie 6.5, które należy wykonać łącznie, jak ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych, oraz wymiana stolarki okienneo drzwiowej, zostały przedstawione w tabeli poniżej jako jedno działanie. Wykonawczo nie należy rozdzielać onp. ciepłenia ścian zewnętrznych tylko ze względu na ich inną budowę.

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.6.5

skrót	działanie obejmuje
<b>CWU</b>	Zmniejszenie kosztów wytwarzania CWU
<b>ściany zewnętrzne</b>	Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych ponad gruntem (S2 i S4), Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych piwnicy ponad gruntem (S3), Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych ponad piwnicą (S5), Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1), Ocieplenie ścian zewnętrznych wiatrołapu (S6)
<b>stropodach szkoły</b>	Ocieplenie stropodachu głównego (D1)
<b>okna i drzwi</b>	Wymiana starych okien drewnianych (ODREW), Wymiana starych drzwi drewnianych (DZDREW), Wymiana starych okien drewnianych w wiatrołapie (OW), Wymiana starych drzwi drewnianych w wiatrołapie (DZW)
<b>stropodach wiatrołapu</b>	Ocieplenie stropodachu wiatrołapu (D2)
<b>oświetlenie</b>	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- wymiana oświetlenia
<b>modernizacja CO</b>	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania



**7.1.2 Stworzenie macierzy dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych****Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:**

Zakres	Nr wariantu - koszty wariantu						
	1	2	3	4	5	6	7
CWU							
ściany zewnętrzne							
stropodach szkoły							
okna i drzwi							
stropodach wiatrolapu							
oświetlenie							
modernizacja CO							
Koszt realizacji zł							

**7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Nr wariantu	Ogrzewanie budynku			Ciepła woda		Razem co + cw		Oświetlenie		Oplaty c.o.	Oplaty c.w.u.	Oplaty światło	Razem	Oszczędność	Koszt robót
	$Q_{OCO}$	$q_{OCO}$	$\eta_0$	$Q_{OCW}$	$q_{OCW}$	$Q_0$	$q_0$	$Q_{OL}$	$q_{OL}$	$O_{CO0}$	$O_{CW0}$	$O_{I0}$	$O_{Or}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{1CO}$	$q_{1CO}$	$\eta_1$	$Q_{1CW}$	$q_{1CW}$	$Q_1$	$q_1$	$Q_{1L}$	$q_{1L}$	$O_{CO1}$	$O_{CW1}$	$O_{I1}$	$O_{1r}$		
	GJ/a	kW	$W_{co}, W_{cw}$	GJ/a	kW	GJ/a	kW	GJ/a	kW	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł
stan istn.	767,73	215,5	0,56 1,00   1,00	67,1	5,2	1448,8	220,7	12,6	7,3	29 088	9 893	2 163	41 144		
1	222,2	75,0	0,76 1,00   1,00	57,8	1,5	350,4	76,5	<b>10,0</b>	<b>4,5</b>	7 392	1 937	<b>1 621</b>	10 950	30 194	
2	222,2	75,0	0,76 1,00   1,00	57,8	1,5	350,4	76,5	12,6	7,3	7 392	1 937	2 163	11 492	29 652	
3	222,9	75,1	0,76 1,00   1,00	57,8	1,5	351,3	76,6	12,6	7,3	7 415	1 937	2 163	11 515	29 629	
4	272,4	79,9	0,76 1,00   1,00	57,8	1,5	416,4	81,4	12,6	7,3	9 059	1 937	2 163	13 159	27 985	
5	479,1	114,0	0,76 1,00   1,00	57,8	1,5	688,5	115,5	12,6	7,3	15 935	1 937	2 163	20 034	21 109	
6	767,73	157,7	0,76 1,00   1,00	<b>57,8</b>	<b>1,5</b>	1068,6	159,2	12,6	7,3	25 536	<b>1 937</b>	2 163	29 636	11 508	
7	767,73	157,7	0,76 1,00   1,00	67,1	5,2	1077,9	162,8	12,6	7,3	25 536	9 893	2 163	37 591	3 552	

Uwaga. Zapotrzebowania na energię i koszty obliczone dla standardowego sezonu grzewczego i normatywnych parametrów instalacji grzewczych i wentylacji. Mogą się one różnić od warunków rzeczywistych.



## 7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

nr wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q0-Q1)/Q0]*100% %	Dane w przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną w trybie ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów			
					Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
	<b>Wariant 1 Przyjęty do realizacji</b>		<b>30 194</b>	<b>75,4%</b>				
1	jak wariant 2 + oświetlenie		30 194	75,4%				
2	jak wariant 3 + stropodach wiatrolapu		29 652	75,2%				
3	jak wariant 4 + okna i drzwi		29 629	75,2%				
4	jak wariant 5 + stropodach szkoły		27 985	70,7%				
5	jak wariant 6 + ściany zewnętrzne		21 109	52,1%				
6	jak wariant 7 + CWU		11 508	26,1%				
7	modernizacja CO		3 552	25,4%				

Dane ekonomiczne wybranego wariantu	
Koszt inwestycji	
Wkład własny i inne źródła	
Kredyt	
Premia termomodernizacyjna	
Roczne oszczędności kosztów energii	30 194 zł
SPBT dla optymalnego wariantu [lata]	
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	75,4%

## 7.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się:

**Wariant 1** obejmujący wszystkie zaproponowane usprawnienia.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w analizowanym budynku można wykonać szereg usprawnień, które pozwolą zmniejszyć koszty ogrzewania i energii elektrycznej o około 74%. Aby to osiągnąć należy jednak postępować zgodnie z zaleceniami audytora, w szczególności na poziomie projektowania.

## 8. Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

## 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Lp	Opis usprawnień	Planowany koszt wykonania [zł]	strona w audycie
1	<p><b>Modernizacja systemu centralnego ogrzewania</b> <span style="float: right;"><b>usprawienie CO.1</b></span></p> <p>Pomimo, że modernizacja CO jest zawsze traktowana jako najważniejsze usprawienie, należy ją przeprowadzić łącznie lub po wykonaniu wszystkich usprawnień obniżających zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku. W innym razie nie będzie można odpowiednio wyregulować nastaw wstępnych w zaworach termostatycznych. Regulacja nastaw wstępnych powinna być wykonana po przeprowadzeniu ocieplenia budynku, tak by właściwie dostosować ilości dostarczanego ciepła do nowych potrzeb pomieszczeń.</p> <p>Całość modernizacji systemu CO polegać ma na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wymianie starego kotła węglowego na nowy kocioł na ekogroszek z automatycznym podajnikiem. Kocioł musi mieć automatykę pogodową oraz nowoczesne sterowanie monitorujące temperaturę wody w kotle i automatycznie dozujący ilość paliwa oraz powietrza dostarczanego do komory spalania, tak by zoptymalizować proces spalania i dostarczania ciepła.</li> <li>- Oprócz samego kotła, należy przewidzieć w projekcie wymianę wszystkich urządzeń w kotłowni takich jak pompy obiegowe, naczynia wzbiorcze, zawory bezpieczeństwa itp.</li> <li>- Stare rury rozprowadzające ciepło po budynku należy zdemontować i na ich miejsce wykonać nowy rozdział ciepła w oparciu o nowe rury polipropylenowe. Przewody należy ocieplić utulinami zgodnymi z wymaganiami zawartymi w warunkach technicznych i zabezpieczyć przed uszkodzeniem lub zabudować.</li> <li>- Należy przewidzieć taki system prowadzenia ruru by z jednej strony był efektywny (minimalizowanie długości przewodów) a z drugiej strony estetyczny oraz odporny na uszkodzenia. Dlatego na poziomie projektu wykonawczego inwestor musi podjąć decyzję o sposobie prowadzenia rur.</li> <li>- Wszystkie stare grzejniki oraz ich obudowy należy zdemontować. Nowe grzejniki założyć w miejscach wskazanych przez projektanta. Należy wybrać grzejniki ze zwiększonym udziałem promieniowania do konwekcji (udział promieniowania do konwekcji na poziomie co najmniej 30%). Nowe obudowy grzejników wykonać tak, by zabezpieczyły krawędzie, ale nie ograniczały dystrybucji ciepła przez promieniowanie płyty czołowej oraz przez konwekcję.</li> <li>- Grzejniki wyposażać w głowice termostatyczne z blokadą nastawy oraz zabezpieczeniem antykradzieżowym.</li> <li>- Przed zamontowaniem głowic termostatycznych, instalator powinien dokonać regulacji nastaw wstępnych we wszystkich zaworach termostatycznych, biorąc pod uwagę charakterystykę sieci.</li> </ul>		strona 31 oraz strona 32
2	<p><b>Zmiana systemu przygotowania CWU</b> <span style="float: right;"><b>usprawienie C.13</b></span></p> <p>Istniejące elektryczne podgrzewacze wody trzeba zdemontować. Następnie należy zamontować dwie niezależnie działające powietrzne pompy ciepła zintegrowane z zasobnikiem z dodatkową wężownicą. Pompa ciepła dla części socjalnej znajdowała się w piwnicy części socjalnej. Drugą pompę ciepła (dla części szkolnej) należy zlokalizować w kotłowni przy ścianie oddzielającej kotłownię od łazienki. Obie pompy mają być niezależnymi od siebie układami obsługującymi inne strefy o odmiennym profilu użytkowania.</p> <p>Dodatkowe wężownice zasobników pomp ciepła, należy zasilić z nowego kotła na ekogroszek. Pompy ciepła powinny być włączane przez administratora budynku, tylko wtedy gdy kocioł na ekogroszek będzie wyłączony (poza sezonem grzewczym).</p> <p>Powietrze dla pomp ciepła (nawiew i wyrzut) należy dostarczyć z zewnątrz przewodami stalowymi o odpowiedniej średnicy prowadząc przewody otworem w ścianie zewnętrznej. Czerpnia i wyrzutnia powinny znaleźć się na innej elewacji, lub jeśli to niemożliwe powinny być oddalone od siebie przynajmniej o 6m.</p> <p>Od pompy ciepła obsługującej część szkolną trzeba wykonać nowy pion rozprowadzający wodę po piętrach budynku, wraz z układem cyrkulacji CWU. Nowy pion należy połączyć do istniejącej instalacji CWU w obrębie każdego piętra.</p> <p>Obieg cyrkulacyjny należy wyposażyć w pompę cyrkulacyjną ze sterownikiem czasowym, oraz wbudowanym termostatem, który wyłączy pompę przy ustawionej temperaturze powrotu z cyrkulacji (np. 38°C)</p> <p>Wszystkie przewody (zasilania i cyrkulacji) należy zaizolować utulinami o grubościach zgodnych z wytycznymi zawartymi w warunkach technicznych.</p>		strona 27



	Ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych w budynku	usprawnienia A.2, A.3, A.4, A.5, A.6	
3	<p><b>1. Ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie (S1)</b> Najpierw należy skuć opaskę betonową wokół budynku, oraz zdemontować doświetlające studzienki przyokienne i wszystkie elementy budowlane utrudniające odkopanie ścian piwnicy. Następnie należy odkopać ściany piwnicy wokół budynku do głębokości ław fundamentowych, oczyścić je i osuszyć. Kolejnym etapem jest nałożenie hydroizolacji powłokowej (do izolacji wodochronnej) i przyklejenie do niej płyt ze styropianu hydrofobowego EPS P 036, o grubości 14cm. Płyt styropianowych znajdujących się w strefie hydroizolacyjnej (do wysokości 30cm ponad gruntem) nie wolno kółkować! Styropian należy zabezpieczyć folią kubelkową. Nad folią kubelkową zamontować listwę zamykającą w taki sposób by z jednej strony woda opadowa nie ściekała między folię a styropian, a z drugiej strony by wilgoć, która wędruje w górę między folią a budynkiem mogła swobodnie odparować na zewnątrz. Koniecznie wykonać drenaż układając rurę drenażową przy samej ławie i odprowadzając ją do kanalizacji deszczowej, lub studni chłonnej. wykop zabezpieczyć geowłókniną i zasypać żwirkiem. Studzienki doświetlające należy odtworzyć, a najlepiej skorzystać z systemowych studzienek doświetlających. Bardzo ważne jest by nowo osadzone studzienki oraz wszystkie inne elementy znajdujące się wokół budynku, zostały odsunięte od niego na grubość styropianu (tak by nie tworzyły mostków termicznych). Aby ograniczyć zawilgocenie tynku w strefie przy gruncie, należy, po zasypaniu wykopu wykonać opaskę wokół budynku, z grubego żwiru, kamyczków lub płyt chodnikowych ułożonych ze spadkiem przynajmniej 3% od budynku.</p> <p><b>2. Ocieplenie wszystkich ścian szkoły ponad gruntem (S2, S3, S4, S5)</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych wykonać styropianem grafitowym EPS 031 o grubości 14cm. Przed wykonaniem ocieplenia należy zdemontować rury spustowe. Ocieplając ściany podłużne należy zlikwidować (zakleić) wszystkie kratki wentylujące przestrzeń stropodachu, by po dociepleniu go od góry ciepło nie było wywiewane. Docieplając ściany zewnętrzne należy zachować istniejące cofnięcie pomiędzy kondygnacją piwnicy i parteru wykonując dodatkowo listwę kapinosową. Dla zminimalizowania mostka termicznego, gzyms znajdujący się przy okapie należy zaizolować dookoła styropianem EPS 031 o grubości 5cm. Po wykonaniu docieplenia należy wymienić wszystkie obróbki blacharskie na atykach i wszędzie tam gdzie to konieczne oraz wykonać nowe orynnowanie.</p> <p><b>3. Ocieplenie ściany zewnętrznej wiatrolapu (S6)</b> Ściany zewnętrzne wiatrolapu należy ocieplić styropianem EPS 031 o grubości 8cm. Również tutaj trzeba wymienić całe orynnowanie.</p> <p><b>4. Uwagi ogólne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aby uniknąć tzw. efektu biedronki (czyli punktowych mostków cieplnych w miejscach kółkowania styropianu), należy przed kółkowaniem styropianu wyfrezować w nim otwory na głębokość około 3cm, zakółkować styropian i nałożyć na kolek styropianową zaślepkę. Należy używać kółków o punktowym mostku termicznym nie większym niż 0,003 W/K, i w maksymalnej ilości 6 szt./m<sup>2</sup>.</li> <li>- Aby zminimalizować mostki liniowe na styku okna ze ścianą należy ocieplić ościeża (węgarki) styropianem grafitowym EPS 031 o grubości minimum 2 cm.</li> <li>- W związku z pogrubieniem ściany należy wymienić wszystkie parapety zewnętrzne. Po usunięciu parapetu i przed założeniem nowego, należy dodać pod parapetem również warstwę styropianu grafitowego o grubości możliwej pod względem technicznym do zastosowania.</li> </ul>		od strony 16 do strony 20
4	<p><b>Ocieplenie stropodachu wentylowanego</b></p> <p>Ocieplenie stropodachu wentylowanego budynku należy wykonać od góry, mocując do dachu płyty styropianowe EPS 036 o wytrzymałości na naprężenia ściskające przy 10% odkształceniu - 150 kPa i o grubości łącznej 22cm. Następnie styropian trzeba przykryć wysokospecjalistyczną membraną wykonaną ze zbrojonego EPDM, ze spodnią warstwą bitumu modyfikowanego polimerami, o minimalnym wydłużeniu 300%. Należy również pamiętać, że ocieplenie górnej warstwy stropodachu wentylowanego implikuje konieczność przerobienia go na stropodach niewentylowany, a więc likwidację otworów wentylacyjnych znajdujących się w ścianie podłużnej pod okapem i wyprowadzenie kominków wentylacyjnych w kalenicy.</p>	usprawnienie A.7	strona 21
5	<p><b>Wymiana starej stolarki okiennej i drzwiowej</b></p> <p>Stare okna drewniane ogrzewanej części budynku należy wymienić na nowe okna PCV o parametrach cieplnych nie gorszych niż <math>U_w=0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math>. Okna należy szklić szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku <math>U_g=0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math>, zastosować profil okienny o współczynniku <math>U_f=0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}</math>, oraz tzw. ciepłą ramkę międzyszybową o liniowym współczynniku przenikania na styku szyby z ramą <math>\Psi=0,030 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}</math> (np. ciepła ramka Swisspacer U)</p> <p>Nowe okna w wiatrolapie można szklić szybą jednokomorową <math>U_g=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math> i zastosować profile i ciepłą ramkę o parametrach pozwalających na osiągnięcie całkowitego współczynnika <math>U_w</math> na poziomie nie gorszym niż <math>1,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math>.</p> <p>Wszystkie stare drzwi drewniane należy wymienić na nowe ciepłe drzwi aluminiowe o współczynniku <math>U</math> nie gorszym niż <math>1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math>.</p> <p>Montaż należy wykonać z wykorzystaniem taśm rozprężnych oraz folii uszczelniających, by uzyskać maksymalną szczelność powietrzną.</p> <p>Umieszczenie okien oraz drzwi do wymiany zostało pokazane w załączniku nr 9.</p>	usprawnienia B.9, B.10, B.11, B.12	od strony 23 do strony 26
6	<p><b>Ocieplenie stropodachu w wiatrolapie</b></p> <p>Ocieplenie stropodachu w wiatrolapie (przedsionku) należy wykonać od dołu (w pomieszczeniu), przyklejając do stropu wełnę mineralną o współczynniku <math>\lambda =0,040 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math> i grubości 10cm. Wełnę należy następnie zabezpieczyć siatką systemową z włókna szklanego z podwójną warstwą kleju do siatki. Strop wykończyć tynkiem lub gładzią i pomalować.</p>	usprawnienie A.8	strona 22
7	<p><b>Wymiana instalacji oświetleniowej</b></p> <p>Wszystkie prace instalacyjne w zakresie oświetlenia należy wykonać tak, by po zamontowaniu nowego oświetlenia pomiary wykazały, że nowe oświetlenie spełnia odpowiednie normy i przepisy. Kluczowy jest dobór odpowiednich opraw i ich umiejscowienia. Dodatkowo nowe oprawy nie mogą pobierać więcej energii elektrycznej niż to jest założone w audycie, inaczej usprawnienie nie przyniesie spodziewanego rezultatu. Przed wykonaniem usprawnienia należy bezwzględnie wykonać projekt instalacyjny wymiany oświetlenia.</p>	usprawnienie D.14	strona 28
<b>Razem planowany koszt robót</b>			
Planowane koszty audytu, dokumentacji, nadzoru			
<b>Ogółem planowany koszt termomodernizacji</b>			

10. Wskaźniki zaotrzebowania na energię finalną, pierwotną oraz zmniejszenie emisji ekwiwalentu CO<sub>2</sub>

## Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej

	stan istniejący	po termomodernizacji	zmniejszenie zużycia [%]
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CO [GJ/rok]	1 381,7	292,6	78,8%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CWU [GJ/rok]	67,1	57,8	13,9%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia [GJ/rok]	12,6	10,0	20,8%
suma	1 461,4	360,4	75,3%

## Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej

stan istniejący

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	kotłownia węglowa	węgiel	1,1	100%	1519,90
CWU	bojler elektryczny	prąd z sieci	3	100%	201,30
Oświetlenie	prąd	prąd z sieci	3	100%	37,72
	suma				1758,92

stan po termomodernizacji

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	kotłownia węglowa	ekogroszek	1,1	100%	321,87
CWU	kotłownia węglowa	ekogroszek	1,1	93,2%	59,27
CWU	pompa ciepła	prąd z sieci	3	6,8%	11,72
Oświetlenie	prąd	prąd z sieci	3	100%	29,88
	suma				422,74

zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej	1 336,18	GJ/rok
	371 161,70	kWh/rok
	75,97	%

Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

Nośnik energii	wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> nośnika energii (wg. KOBIZE) [kg/GJ]	zapotrzebowanie na energię końcową w [GJ/rok]		Obliczenie wielkości emisji [mg CO <sub>2</sub> /rok]		
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	KOŃCOWY EFEKT redukcji emisji
1	2	3	4	5	6	7
Węgiel kamienny	94,72	1381,72	346,49	130,88	32,82	98,06
Energia elektryczna <sup>1)</sup>	230,97	79,67	13,87	18,40	3,20	15,20
		suma		149,28	36,02	113,26
<b>PROCENT REDUKCJI EMISJI</b>						<b>76%</b>

1) wskaźnik emisyjności dla prądu elektrycznego 831,5 kg CO<sub>2</sub>/MWh przeliczony na kg CO<sub>2</sub>/GJ

## Podsumowanie uzyskanych efektów

Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku	371 161,70	kWh/rok
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	113,26	[tony CO <sub>2</sub> /rok]
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	18,28	(MWh/rok)
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	1035,23	GJ/rok
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektów	1 101,0	GJ/rok



## ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród w stanie istniejącym
- Załącznik 2 Zestawienie grup pomieszczeń w budynku
- Załącznik 3 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego
- Załącznik 7 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu wariantu optymalnego
- Załącznik 8 Dokumentacja zdjęciowa
- Załącznik 9 Elewacje budynku z oznaczeniem stolarki do wymiany

## Załącznik 1

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U) dane z programu Auditor OZC 6.6 Pro

## Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	R	R <sub>cor</sub>
	m		W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W
D1	stropodach główny				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	0,056	0,056
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	0,029
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,000
SŁOMA	0,0200	Płyty ze słomy.	0,080	0,250	0,250
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	0,180
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,620
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					1,613
D2	stropodach wiatrolapu				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	0,028
BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,021	0,021
ŻELBET	0,1500	Żelbet.	1,700	0,088	0,088
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,277
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					3,604
P1	podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: S1					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 2,50					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70					
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,036	0,036
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,131
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,469
P2	podłoga wiatrolapu				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: S6					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 4,20					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości Dh = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości Dv = m					
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,036	0,036
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					2,131
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,469
S1	ściana piwnicy przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Podłoga przyległa do ściany: P1					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,70					
CEGLA-PEŁN	0,5500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,714	0,714
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:					0,924
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:					1,638
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:					0,610



Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	R	$R_{cor}$
	m		W/(m·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W
S2		ściana szczytowa piwnicy ponad gruntem			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGŁA-PEŁN	0,4000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,519	0,519
		Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,689
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			1,450
S3		ściana podłużna piwnicy ponad gruntem			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGŁA-PEŁN	0,5500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,714	0,714
		Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,884
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			1,131
S4		ściana szczytowa kondygnacji ponad piwni			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGŁA-PEŁN	0,4000	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,519	0,519
		Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,689
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			1,450
S5		ściana podłużna kondygnacji ponad piwnic			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGŁA-PEŁN	0,4800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,623	0,623
		Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,793
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			1,260
S6		ściana zewnętrzna wiatrolapu			
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
CEGŁA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,325	0,325
		Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,130
		Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:			0,495
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			2,022

## Zestawienie grup pomieszczeń w budynku

Załącznik nr 2

## stan istniejący

Symbol grupy	$\theta_{int}$	Ah	Vh	$\phi_{HL}$	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_H, g_{nE}, r_{ecup}$	V <sub>infv</sub>	V <sub>m, infv</sub>	V <sub>su</sub>	V <sub>ex</sub>	n
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	W		1/h		%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	1/h
SOCJALNA	20,0	277,83	694,6	33556	Średni	3,5	Naturalna		243,1				0,7
SZKOŁA	20,0	855,07	2539,6	86189	Średni	3,5	Naturalna		899,4				0,7

Symbol grupy	Vv	$\phi_T$	$\phi_V$	$\phi_{HL, A}$	$\phi_{HL, V}$	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH
	m <sup>3</sup> /h	W	W	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>3</sup>	GJ/a	kWh/a	MJ/(m <sup>2</sup> ·a)	Wh/(m <sup>2</sup> ·a)
SOCJALNA	486,2	26943,8	6612,4	120,8	48,3	242,13	67259,19	871,5	242,1
SZKOŁA	1777,7	62012,7	24176,6	100,8	33,9	525,59	145997,91	614,7	170,7

## Dane dla wariantu 1

Symbol grupy	$\theta_{int}$	Ah	Vh	$\phi_{HL}$	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_H, g_{nE}, r_{ecup}$	V <sub>infv</sub>	V <sub>m, infv</sub>	V <sub>su</sub>	V <sub>ex</sub>	n
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	W		1/h		%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	1/h
SOCJALNA	20,0	277,83	694,6	12550	Wysoki	2,0	Naturalna		138,9				0,7
SZKOŁA	20,0	855,07	2539,6	44376	Wysoki	2,0	Naturalna		515,1				0,7

Symbol grupy	Vv	$\phi_T$	$\phi_V$	$\phi_{HL, A}$	$\phi_{HL, V}$	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH
	m <sup>3</sup> /h	W	W	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>3</sup>	GJ/a	kWh/a	MJ/(m <sup>2</sup> ·a)	Wh/(m <sup>2</sup> ·a)
SOCJALNA	486,2	5937,8	6612,4	45,2	18,1	59,33	16481,71	213,6	59,3
SZKOŁA	1777,7	20199,1	24176,6	51,9	17,5	162,90	45251,32	190,5	52,9



## Załącznik 3

**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu zaproponowanych zmian.**

**1. Sprawność wytwarzania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_g = 0,82$	Kocioł węglowy OGMET typ "INNOVEX-SYLWIA" z 2002 roku. Moc grzewcza 140 kW
po modernizacji	$\eta_g = 0,87$	Montaż nowego kotła na ekogroszek

**2. Sprawność przesyłania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_d = 0,88$	Ciepło przesyłane jest z kotłowni znajdującej się w piwnicy budynku starymi rurami stalowymi prowadzonymi po wierzchu bez izolacji termicznej.
po modernizacji	$\eta_d = 0,97$	Wykonanie nowej instalacji grzewczej z rur polipropylenowych, zespolonych, zaizolowanych otulinami o grubości zgodnej z WT.

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania**

stan		Opis
istniejący	$\eta_e = 0,77$	Ogrzewanie grzejnikowe, budynek wyposażony w grzejniki żeliwne żeberkowe bez zaworów termostatycznych (są zwykle odcinające). Grzejniki są dodatkowo osłonięte ażurową obudową drewnianą. Regulacja centralna w kotłowni.
po modernizacji	$\eta_e = 0,90$	Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe z zaworami termostatycznymi.

**4. Sprawność akumulacji**

stan		Opis
istniejący	$\eta_s = 1,00$	brak buforów CO
po modernizacji	$\eta_s = 1,00$	bez zmian

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

stan		Opis
istniejący	$w_t = 1,00$	brak obniżenia temperatury
po modernizacji	$w_t = 1,00$	bez zmian

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

stan		Opis
istniejący	$w_d = 1,00$	brak obniżenia temperatury
po modernizacji	$w_d = 1,00$	bez zmian

**7. Sprawność całkowita systemu grzewczego**

stan		
istniejący	$\eta_{H,tot} =$	0,56
po modernizacji	$\eta_{H,tot} =$	0,76

## Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu usprawnień						
Charakterystyka systemu		Jednostka	stan istniejący		stan po modernizacji	
ciepło właściwe wody $c_w$		kJ/kg*deg	4,19		4,19	
gęstość wody $\rho$		kg/m <sup>3</sup>	1000		1000	
ilość użytkowników		os.	79		79	
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na CWU		l/m2/doba	<b>0,80</b>		<b>0,80</b>	
jed.odniesienia - powierzchnia ogrzewana budynku		m <sup>2</sup>	1132,9		1132,9	
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu $\theta_{cw}$		°C	55		55	
temperatura wody zimnej $\theta_0$		°C	10		10	
współczynnik korekcyjny temp. $k_t$		-	1		1	
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu		-	<b>0,55</b>		<b>0,55</b>	
czas użytkowania $t_{u,z}$		doba	200,75		200,75	
roczne zapotrzebowanie ciepłej wody $V_{w,nd}=V_{cw} * L * t_{uz} / 1000$		m <sup>3</sup> /rok	182		182	
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$		kWh/rok	<b>9 529</b>		<b>9 529</b>	
rodzaj źródła ciepła			podgrzewacz elektryczny	kocioł węglowy	pompa ciepła	
udział w przygotowaniu CWU dla budynku			<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>20%</b>	
sprawność wytwarzanie ciepła $\eta_{w,g}$		-	0,99	<b>0,87</b>	<b>3,00</b>	
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$		-	0,60	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$		-	0,86	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	
sprawność sezonowa wykorzystania		-	1,00	1,00	1,00	
Sprawność całkowita $\eta_{tot}$		-	<b>0,51</b>	<b>0,51</b>	<b>1,76</b>	
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$		kWh/rok	<b>18 654</b>	<b>14 979</b>	<b>1 086</b>	
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$		GJ/rok	<b>67,1</b>	<b>53,9</b>	<b>3,9</b>	

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,050	0,050
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h=9,32 * L^{-0,244}$		3,209	3,209
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj}=c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	kW/m <sup>3</sup>	0,369	0,107
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	16,6	4,8
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	MW	0,01657	0,00482
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	5,2	1,5
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	MW	0,00516	0,00150

## Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	stan istniejący	stan po modernizacji
Koszt podgrzania c.w.u. $Q_{cwu}=Q_{K,W} * O_z + q_{wu} * O_m * 12 =$	zł/rok	9 893	1 937
Koszt podgrzania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody	zł/m <sup>3</sup>	54,4	10,6



## Załącznik nr 5

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej, kW		Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe QHnd, GJ/a
	końcowej <sup>1)</sup>	użytkowej	
1	75,0	56,9	222,2
2	75,0	56,9	222,2
3	75,1	57,0	222,9
4	79,9	60,7	272,4
5	114,0	86,6	479,1
6	157,7	119,7	767,73
7	157,7	119,7	767,73
stan istniejący	215,5	119,7	767,73

1) zapotrzebowanie mocy końcowej wylicza się z mocy użytkowej uwzględniając sprawność źródła ciepła

## Załącznik nr 6

## Wydruk komputerowy z programu Auditor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego

## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt szkoły w Brudzewicach	
	stan istniejący	
Miejscowość:	26-315 Poświętne	
Adres:	Brudzewice Kolonia 59	
Data obliczeń:	Piątek 27 Października 2017 23:43	
Data utworzenia projektu:	Piątek 27 Października 2017 23:43	
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:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> · K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m · K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1132,9	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	88957	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30789	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	119746	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	119746	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	105,7	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	37,0	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	571,3	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :		m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	2263,9	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20,0	°C



Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2829,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	767,73	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	213257	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1133	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	677,7	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	188,2	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	237,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	65,9	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	



## Załącznik nr 7

## Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla wariantu optymalnego

## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty szkoły w Brudzewicach	
	Wariant optymalny	
Miejscowość:	26-315 Poświętne	
Adres:	Brudzewice Kolonia 59	
Data obliczeń:	Poniedziałek 6 Listopada 2017 14:39	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 6 Listopada 2017 14:39	
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:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1132,9	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	26137	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30789	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	56926	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	56926	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	50,2	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	17,6	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{inf}$ :	327,0	m <sup>3</sup> /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,inf}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :		m <sup>3</sup> /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :		m <sup>3</sup> /h
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :		m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	2263,9	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20,0	°C



Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	2587,3	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	222,24	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	61733	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1133	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3234,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	196,2	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	54,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	68,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	19,1	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Wysoki	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	2,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	



**Dokumentacja fotograficzna obiektu**

**Załącznik nr 8**

Elewacja północno-zachodnia



Elewacja południowo-wschodnia



Przedsiónek



Stare drzwi drewniane



Stropodach



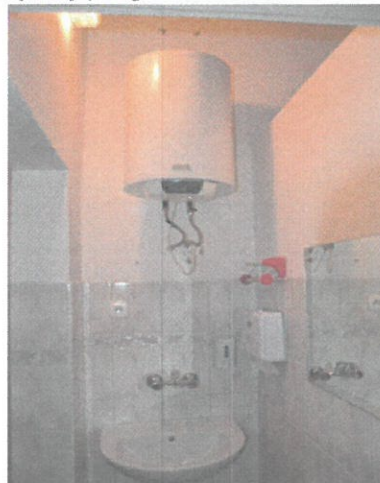
Stare grzejniki i oświetlenie



Kocioł węglowy



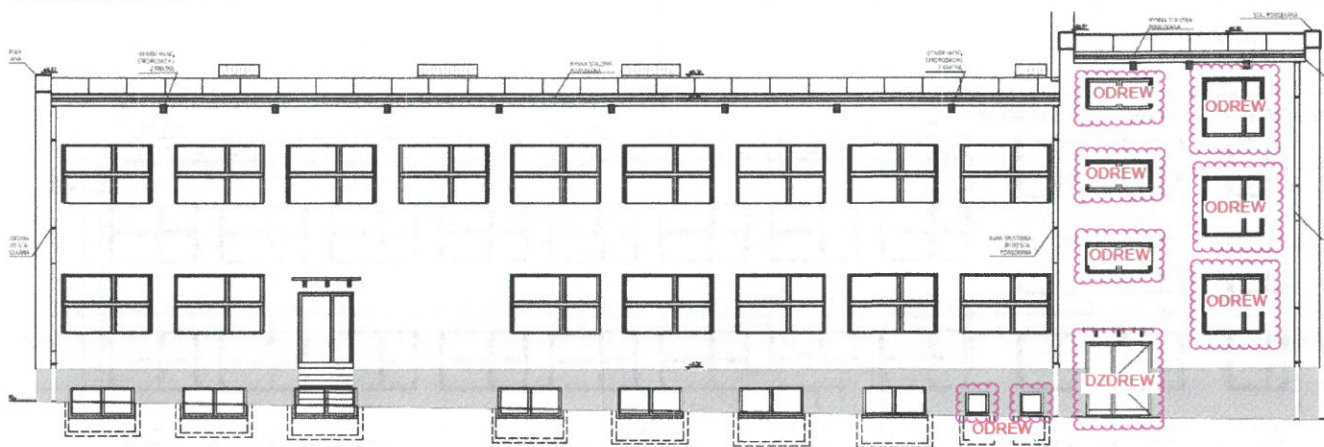
Elektryczny podgrzewacz CWU







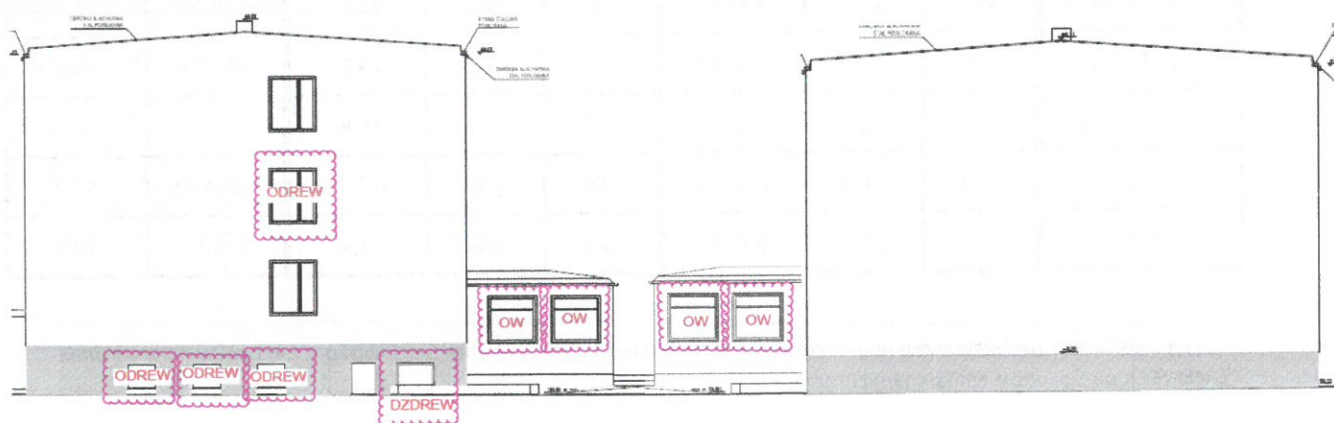
Elewacja Zachodnia





Elewacja Południowa

Elewacja Północna



### Obliczenie redukcji niskiej emisji

energia końcowa przed termomodernizacją	1 461,40	GJ
energia końcowa po termomodernizacji	360,36	GJ

Rodzaj zanieczyszczenia	przed termomodernizacją			po termomodernizacji			WYNIK	
	wskaźnik emisji dla źródeł 50 kW-1MW		roczna emisja	wskaźnik emisji dla źródeł 50 kW-1MW		roczna emisja	roczna redukcja emisji	
	paliwo stałe z wył. biomasy- kotły starej generacji		kg/rok	paliwo stałe z wył. biomasy- kotły automatyczne nowej generacji		kg/rok	kg/rok	%
Pył PM10	190	g/GJ	277,67	78	g/GJ	28,11	249,56	89,9
Pył PM2,5	170	g/GJ	248,44	70	g/GJ	25,22	223,21	89,8
Benzo(a)piren	100	mg/GJ	0,15	0,079	mg/GJ	0,00	0,15	100,0
SO <sub>2</sub>	900	g/GJ	1315,26	450	g/GJ	162,16	1153,10	87,7
NO <sub>x</sub>	160	g/GJ	233,82	165	g/GJ	59,46	174,36	74,6

Przyjęto wskaźniki zanieczyszczeń na podstawie dokumentu Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) oparty na programie "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013"