

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



**OBIEKT / UŻYTKOWNIK:**

**ZESPÓŁ SZKÓŁ TECHNICZNYCH**  
UL. KILIŃSKIEGO 4  
09 - 400 PŁOCK

**INWESTOR:**

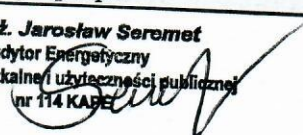
**URZĄD MIASTA PŁOCKA**  
UL. STARY RYNEK 1  
09 - 400 PŁOCK

**ZLECENIOBIORCA:**

**PROJEKTOWANIE BUDOWLANE**  
PIOTR SULKOWSKI  
UL. BAŁTYCKA 28  
09 - 408 PŁOCK

AUDYTOR ENERGETYCZNY - Jarosław Seremet  
/Autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii KAPE nr 114/

# 1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU					
1. Dane identyfikacyjne budynku					
1.1. Rodzaj budynku	Zespół Szkół Technicznych - budynek główny i łącznik			1.2. Rok budowy	1951
1.3. Inwestor	Urząd Miasta Płocka	telefon	24 364 27 30	1.4. Adres budynku	dz. nr 881/2, 882/1 i 882/2
1.5. Adres Inwestora	ul. Stary Rynek 1, 09 - 400 Płock	fax	24 364 27 31	ul. Kilińskiego 4, 09 - 400 Płock	
powiat	płocki	NIP	774-318-27-75	powiat	płocki
województwo	mazowieckie	REGON	142712064	województwo	mazowieckie
2. Dane podmiotu wykonującego audyt energetyczny					
nazwa	Usługi Projektowe i Kosztorysowe Audyting Energetyczny				
adres	ul. Górna 74 A, 09 - 402 Płock	NIP	774-109-63-56	telefon komórkowy	604 970 487
e-mail	upikae@poczta.onet.pl	REGON	610292447	telefon / fax	24 364 33 99
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje i podpis					
mgr inż. Jarosław Seremet		<p style="text-align: center;"><b>mgr inż. Jarosław Seremet</b>                      Audytor Energetyczny                      budynki mieszkalne / użyteczności publicznej                      nr 114 KAPE</p> 			
upr. budowlane nr 27 / 98 oraz upr. nr 114 KAPE					
ul. Górna 74 A, 09 - 402 Płock					
jarse@poczta.onet.pl					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, adresy i zakres prac					
mgr inż. Piotr Sulkowski					
upr. budowlane nr MAZ / 0018 / POOK / 06					
ul. Bałtycka 28, 09 - 408 Płock					
piotr.sulkowski@interia.pl					
5. Miejscowość i data wykonania opracowania				Płock, sierpień / wrzesień 2014	

<b>1</b>	<b>STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE, UWAGI I DECYZJE INWESTORA .....</b>	<b>6</b>
3.1	DOKUMENTACJA PROJEKTOWA .....	6
3.2	INNE DOKUMENTY .....	6
3.3	WYTYCZNE, OGRANICZENIA, UWAGI I DECYZJE INWESTORA .....	6
<b>4</b>	<b>INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>AKTUALNE ZUŻYCIĘ CIEPŁA I OPŁATY .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>OCENA AKTUALNEGO STANU BUDYNKU .....</b>	<b>8</b>
6.1	SYSTEM OGRZEWANIA .....	11
6.1.1	Węzeł cieplny .....	11
6.1.2	Instalacja centralnego ogrzewania .....	12
6.2	INSTALACJA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ I CYRKULACJI .....	13
6.3	WENTYLACJA .....	13
<b>7</b>	<b>WYKAZ WYBRANYCH USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH .....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO .....</b>	<b>14</b>
8.1	WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH ZMNIJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO .....	14
8.1.1	Docieplenie ściany zewnętrznej podłużnej - szkoła .....	15
8.1.2	Docieplenie ściany zewnętrznej szczytowej - szkoła .....	16
8.1.3	Docieplenie ściany zewnętrznej - łącznik .....	17
8.1.4	Docieplenie stropodachu - łącznik .....	18
8.1.5	Docieplenie stropu poddasza nieogrzewanego - szkoła .....	19
8.1.6	Wymiana stolarki budowlanej .....	20
8.1.7	Modernizacja - wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji .....	24
8.1.8	Modernizacja - wymiana instalacji c.o. .....	26
8.2	ZESTAWIENIE OPTIMALNYCH USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ W KOLEJNOŚCI ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT .....	26
8.3	WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO .....	26
8.3.1	Określenie wariantów i kosztów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	27
8.3.2	Obliczeniowe zużycie ciepła wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	27
8.3.3	Oszczędności i koszty wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	28
8.3.4	Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	29
8.3.5	Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	30
<b>9</b>	<b>OPIS TECHNICZNY I CHARAKTERYSTYKA FINANSOWA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI .....</b>	<b>30</b>
9.1	OPIS ROBÓT .....	30
9.2	CHARAKTERYSTYKA FINANSOWA .....	31
9.3	DALSZE DZIAŁANIA .....	31
<b>10</b>	<b>ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>32</b>
10.1	WYNIKI OBLICZEŃ Z PROGRAMU OZC PRO 6.1 .....	32
10.2	WSKAŹNIK $EP_{H+W}$ .....	33

## 2 Karta audytu energetycznego

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO		
1. Dane ogólne		
1.1. Konstrukcja / technologia budynku		murowana / tradycyjna
1.2. Ilość kondygnacji [szt.]	- przyziemie użytkowe poniżej terenu - 3 kondygnacje użytkowe nadziemne - poddasze nieużytkowe (magazyny)	
1.3. Kubatura części ogrzewanej - $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	9 000	
1.4. Kubatura - $V$ [m <sup>3</sup> ]	13 440	
1.5. Powierzchnia ogrzewana budynku - $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	2 770	
1.6. Powierzchnia użytkowa - $F_u$ [m <sup>2</sup> ]	2 770	
1.7. Powierzchnia zabudowy - $F_z$ [m <sup>2</sup> ]	810	
1.8. Współczynnik kształtu - $A / V_e$ [m <sup>-1</sup> ]	0,392	
1.9. Ilość osób użytkujących budynek [szt.]	700	
1.10. Ilość klatek schodowych [szt.]	2	
1.11. Budynek podpiwniczony	niski parter - 1 m poniżej terenu	
2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m <sup>2</sup> *K)]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1. Ściana zewnętrzna podłużna (szkoła)	0,83	0,18
2.2. Ściana zewnętrzna szczytowa (szkoła)	1,14	0,20
2.3. Ściana zewnętrzna (łącznie)	1,46	0,20
2.4. Strop pod poddaszem nieogrzewanym i nieużytkowym (szkoła)	1,97	0,14
2.5. Stropodach (łącznie)	1,91	0,14
2.6. Drzwi zewnętrzne (węzeł cieplny)	5,60	1,30
2.7. Okna i drzwi wejściowe (wymienione)	1,50	1,10
2.8. Okna (pozostałe)	2,50	1,10
2.9. Posadzka na gruncie (nie podlega termomodernizacji ze względu na brak możliwości technicznych)	0,42	0,42
2.10. Dach - szkoła (nie podlega termomodernizacji, bo docieplany jest strop poddasza)	1,58	1,58
3. Sprawność systemu grzewczego		
3.1. Sprawność wytwarzania - $\eta_g$	0,99	0,99
3.2. Sprawność przesyłu - $\eta_d$	0,92	0,98
3.3. Sprawność regulacji i wykorzystania - $\eta_e$	0,85	0,98
3.4. Sprawność akumulacji - $\eta_s$	1,00	1,00
3.5. Sprawność całkowita - $\eta_{co}$	0,77	0,95
3.6. Przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia - $w_t$	0,85	0,85
3.7. Przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby - $w_d$	0,95	0,95
4. Sprawność systemu ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji		
4.1. Sprawność wytwarzania - $\eta_g$	0,97	0,97
4.2. Sprawność przesyłu - $\eta_d$	0,60	0,80
4.3. Sprawność wykorzystania - $\eta_w$	1,00	1,00
4.4. Sprawność akumulacji - $\eta_s$	0,86	0,86
4.5. Sprawność całkowita - $\eta_{cwu}$	0,50	0,67
5. Wentylacja		
5.1. Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
5.2. Strumień powietrza [m <sup>3</sup> /h]	2 000	2000
5.3. Infiltracja powietrza [m <sup>3</sup> /h] (wynik z programu OZC 6.1 Pro)	1 021	616
5.4. Liczba wymian	0,20	0,20

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
6.1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]		0,284459	0,194699
6.2. Obliczeniowa moc cieplna systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej [MW]		0,019324	0,007884
6.3. Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na energię cieplną do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]		1 105,90	567,40
6.4. Roczne obliczeniowe zużycie energii cieplnej do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]		1 153,50	481,89
6.5. Roczne obliczeniowe zużycie energii cieplnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej (bez uwzględniania sprawności systemu c.w.u. i cyrkulacji) [GJ/a]		83,88	45,63
6.6. Roczne obliczeniowe zużycie energii cieplnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej (z uwzględnieniem sprawności systemu c.w.u. i cyrkulacji) [GJ/a]		167,58	68,37
6.7. Całkowite roczne obliczeniowe zużycie energii cieplnej przez budynek (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i c.w.u. oraz przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]		1 189,78	613,03
6.8. Całkowite roczne obliczeniowe zużycie energii cieplnej przez budynek (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i c.w.u. oraz przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]		1 321,08	550,26
6.9. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i na przygotowanie c.w.u. przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - określone szacunkowo na podstawie zbiorczych faktur [GJ/a]		1 281,41	brak danych
6.10. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]		110,90	56,90
6.11. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]		115,67	48,32
6.12. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>3</sup> *a)]		35,60	14,87
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
7.1. Opłata zmienna za zużycie ciepła (brutto) - O <sub>z</sub> [zł/GJ]		42,29	42,29
7.2. Opłata stała za moc zamówioną (brutto) - O <sub>m</sub> [zł/(MW*m-c)]		8 370,21	8 370,21
7.3. Opłata za zużycie wody (brutto) - O <sub>w</sub> [zł/m <sup>3</sup> ]		4,32	4,32
7.4. Opłata abonamentowa za wodomierz (brutto) - Ab <sub>w</sub> [zł/m-c]		9,33	9,33
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	418 530	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,35%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 395 100	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/a]	43 637
Premia termomodernizacyjna [zł] - bank BGK	83 706	Prosty czas zwrotu SPBT [lat] - nieobowiązujący	31,97

### **3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne, uwagi i decyzje Inwestora**

#### **3.1 Dokumentacja projektowa**

- Projekt architektoniczno - budowlany szkoły
- Projekt architektoniczno - budowlany warsztatów
- Projekt architektoniczno - budowlany dekarńi
- Projekt architektoniczno - budowlany spawalni
- Projekt architektoniczno - budowlany garaży

#### **3.2 Inne dokumenty**

- Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej tekstu jednolitego z dnia 02.04.2014 r. (Dz. U. poz. 712 z dnia 30.05.2014 r.)
- Ustawa z dnia 29.08.2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. poz. 1200 z dnia 08.09.2014 r.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. nr 43, poz. 346 z dnia 18.03.2009 r.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03.06.2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. poz. 888 z dnia 02.07.2014 r.)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. poz. 962 z dnia 27.08.2012 r.)
- Wizje lokalne i wywiady z użytkownikiem budynku

#### **3.3 Wytyczne, ograniczenia, uwagi i decyzje Inwestora**

- Zakres audytu energetycznego dotyczy tylko budynku szkoły i łącznika
- Celem jest zdecydowane obniżenie kosztów ogrzewania
- Inwestycja oparta jest na wykorzystaniu dofinansowania
- Inwestor zakłada finansowane inwestycji z wkładem własnym o wartości 70%
- W ramach audytu energetycznego należy uwzględnić ocenę efektywności następujących usprawnień:
  - docieplenie ścian zewnętrznych
  - docieplenie stropodachu łącznika
  - docieplenie poddasza szkoły
  - wymiana stolarki budowlanej
  - wymiana instalacji c.o.
  - wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji
- W ramach audytu energetycznego należy pomiąć:
  - docieplenie posadzki
  - docieplenie ścian fundamentowych
  - docieplenie dachu szkoły
- Użytkownik bardzo prosi o uwzględnienie wykonania instalacji c.o. oraz c.w.u. i cyrkulacji, gdyż są one w bardzo złym stanie, a cyrkulacja jest jedynie do I piętra. Wizja lokalna potwierdziła słuszność założeń Użytkownika.

## 4 Inwentaryzacja techniczno - budowlana

DANE OGÓLNE BUDYNKU:		
rok budowy		
powierzchnia zabudowy - $F_z$	1951	rok
powierzchnia ogrzewanej części budynku - $A_f$	810	m <sup>2</sup>
powierzchnia użytkowa całkowita - $F_u$	2 770	m <sup>2</sup>
obwód budynku po obrysie ścian zewnętrznych	2 770	m <sup>2</sup>
powierzchnia posadzki na gruncie - $A_{pg}$	163	m
powierzchnia stropodachu łącznika - $A_{sd}$	760	m <sup>2</sup>
powierzchnia stropu poddasza nieogrzewanego - $A_{sp}$	65	m <sup>2</sup>
powierzchnia okien i drzwi zewnętrznych - $A_{od}$	700	m <sup>2</sup>
powierzchnia ścian zewnętrznych - $A_{sz}$	565	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegród oddzielająca część ogrzewaną od reszty - $A = A_{pg} + A_{sd} + A_{sp} + A_{od} + A_{sz}$	1 435	m <sup>2</sup>
kubatura całkowita budynku - $V$	3 525	m <sup>2</sup>
kubatura ogrzewana budynku - $V_e$	13 440	m <sup>3</sup>
współczynnik kształtu $A / V_e$	9 000	m <sup>3</sup>
	0,392	1/m

Obiekt	Powierzchnia zabudowy	Powierzchnia użytkowa	Powierzchnia ogrzewana	Kubatura	Kubatura ogrzewana
Szkoła	851	2 720	2 720	13 200	8 840
Łącznik	60	50	50	240	160
Sala gimnastyczna	883	801	801	6 098	4 940
Warsztaty	2 060	3 575	3 575	20 300	14 791
Stolarnia	209	178	132	745	616
Dekarnia	102	85	85	505	385
Garaże	166	144	81	642	261
Spawalnia	241	199	168	1 356	813
Spawalnia - wiata	226	229	0	1 630	0
<b>RAZEM</b>	<b>4 798</b>	<b>7 981</b>	<b>7 612</b>	<b>44 716</b>	<b>30 806</b>

## 5 Aktualne zużycie ciepła i opłaty

Stawki z faktur z okresu 2013 / 2014	Przed termomodernizacją		Po termomodernizacji	
	netto	brutto	netto	brutto
$O_z$ - opłata zmienna - za zużycie energii cieplnej [zł/GJ]	34,38	42,29	34,38	42,29
$O_m$ - opłata stała - za moc zamówioną [zł/MW*m-c]	6 860,83	8 370,21	6 860,83	8 370,21
$Ab$ - opłata abonamentowa za licznik ciepła [zł/m-c]	0,00	0,00	0,00	0,00
$O_w$ - opłata za zużycie wody [zł/m <sup>3</sup> ]	4,00	4,32	4,00	4,32
$Ab_w$ - opłata abonamentowa za wodomierz [zł/m-c]	8,63	9,33	8,63	9,33

**Szacunkowe obliczenia określone wg pomiarów rzeczywistych**

Roczne zużycie ciepła dla c.o. i c.w.u. z uwzględnieniem sprawności określone na podstawie faktur z okresu 2013 / 2014 dla wszystkich obiektów na terenie szkoły - Q	GJ/rok	3 500
Roczne zużycie ciepła dla c.w.u. z uwzględnieniem sprawności określone szacunkowo w oparciu miesiące letnie na podstawie faktur z okresu 2013 / 2014 - $Q_{cwu}$	GJ/rok	400
Roczne zużycie ciepła dla c.o. z uwzględnieniem sprawności określone jako różnica powyższych wartości w odniesieniu do faktur z okresu 2013 / 2014 - $Q_{co}$	GJ/rok	3 100
Moc zamówiona dla c.o. dla budynków ogrzewanych wynikająca z faktur - $q_{co}$	MW	0,721
Moc zamówiona dla c.w.u. dla budynków posiadających c.w.u. wynikająca z faktur - $q_{cwu}$	MW	0,14
Powierzchnia użytkowa (ogrzewana) obiektów ogrzewanych na terenie szkoły - $A_{co}$	m <sup>2</sup>	7 612
Powierzchnia użytkowa (ogrzewana) budynku głównego szkoły i łącznika - $A_f$	m <sup>2</sup>	2 770
Powierzchnia użytkowa obiektów wyposażonych w ciepłą wodę - $A_{cwu}$	m <sup>2</sup>	7 096
Powierzchnia użytkowa budynku głównego szkoły wyposażonego w ciepłą wodę - A (łącznik nie posiada c.w.u.)	m <sup>2</sup>	2 720
do poniższych obliczeń wykorzystano zależności proporcjonalne		
Szacunkowe zużycie ciepła dla c.o. ze sprawnościami dla budynku głównego i łącznika $Q = A_f * Q_{co} / A_{co}$	GJ/rok	1 128,09
Szacunkowe zużycie ciepła dla c.w.u. ze sprawnościami dla budynku głównego $Q = A * Q_{cwu} / A_{cwu}$	GJ/rok	153,33
Szacunkowe łączne zużycie ciepła dla budynku głównego i łącznika	GJ/rok	1 281,41
Szacunkowa moc dla c.o. dla budynku głównego i łącznika $q = A_f * q_{co} / A_{co}$	MW	0,262371
Szacunkowa moc dla c.w.u. dla budynku głównego $q = A * q_{cwu} / A_{cwu}$	MW	0,053664
Szacunkowa łączna moc grzewcza dla budynku głównego i łącznika	MW	0,316035

## 6 Ocena aktualnego stanu budynku

Budynek o kilku kondygnacjach z podpiwniczeniem tylko w obrębie węzła cieplnego zbudowany został w technologii tradycyjnej w 1951 r. Niski parter zaczyna się na głębokości 1 m poniżej terenu i jest on pierwszą kondygnacją, na której są szatnie, sale pomocnicze i odbywają się zajęcia. Pozostałe 3 kondygnacje stanowią sale lekcyjne. Ostatnia jest poddaszem nieużytkowym o wysokości od 80 cm do 265 cm i jest magazynem nieużywanych rzeczy i pomocy szkolnych. Nie ma tam również ogrzewania. Nieszczelne okna oraz oberwane włązy dachowe świadczą o tym, że w zimie pojawiają się tam temperatury ujemne.

Ściany zewnętrzne szkoły i łącznika wykonano z cegły ceramicznej pełnej z obustronnym tynkiem cementowo - wapiennym. Ściany szkoły mają grubość około 80 cm, a ściany łącznika 40 cm.

Posadzka na gruncie posiada warstwy typu - podsypka z piasku pod budynkiem, gruzobeton, chudy beton, papa asfaltowa i szlichta cementowa.

Stropodach łącznika opiera swoją konstrukcję zapewne na stropie gęsto żebrowym Ackermanna. Górną warstwą jest beton wylewany z ukształtowaniem niewielkiego spadku. Jest on pokryty papą.

Strop ostatniej kondygnacji, która jest poddaszem nieużytkowym o niskiej wysokości ma tylko betonową wylewkę więc zostanie on ocieplony zamiast dachu.

Pokrycie dachu szkoły nadaje się jedynie do wymiany ze względu na nieszczelności.

Kilka lat temu wymieniono okna w większości budynku. Stan techniczny tych okien jest dobry jednak należy je wymienić ze względu na aktualne przepisy. Na podstawie informacji Inwestora zamontowano białe okna PCV o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ . Pozostałe okna są stare. W związku z tym wymienić należy wszystkie okna.

Drzwi zewnętrzne są w dobrym stanie technicznym. Zostały wymienione razem z wymianą okien kilka lat temu. Drzwi posiadają podobny współczynnik przenikania ciepła  $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ . Z tych samych powodów co okna należy je wymienić. Dodatkowo wymianie podlegają stalowe drzwi do węzła cieplnego.



Wentylacja występująca w budynku jest wentylacją naturalną, która nie wymaga zmian.

Poniżej przedstawiono wymagane przepisami współczynniki przenikania ciepła.

Zestawienie współczynników U [W/(m <sup>2</sup> *K)]				
Przegrody / stolarka	U <sub>max</sub> wg rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego ... z dnia 17.03.2009 r. (Dz. U. nr 43 poz. 346 z dnia 18.03.2009 r.)	U <sub>max</sub> wg rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 05.07.2013 r. (Dz. U. poz. 926 z dnia 13.08.2013 r.)		
		od 2014 r.	od 2017 r.	od 2021 r.
Ściana zewnętrzna	0,25	0,25	0,23	0,20
Strop piwnicy	0,50	0,25	0,25	0,25
Dach / stropodach	0,22	0,20	0,18	0,15
Drzwi zewnętrzne	1,90	1,70	1,50	1,30
Okna i drzwi balkonowe	1,90	1,30	1,10	0,90
Okna dachowe	1,80	1,50	1,30	1,10
Podłoga na gruncie	0,50	0,30	0,30	0,30

W poniższej tabeli przedstawiono faktyczne współczynniki przenikania ciepła w analizowanym obiekcie.

Zestawienie przegród		
Symbol	Opis	U
		W/m <sup>2</sup> ·K
DRZWI STARE	Drzwi stare - szkoła (węzeł cieplny)	5,60
DRZWI PCW	Drzwi wejściowe PCW	1,50
DACH	Dach - szkoła (nie bierze udziału w termomodernizacji)	1,58
OKNA PCW	Okno PCW	1,50
POSADZKA	Posadzka na gruncie	0,42
STROP PODDASZE	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - szkoła	1,97
STROPODACH	Stropodach - łącznik	1,91
ŚZ	Ściana zewnętrzna podłużna - łącznik	1,46
ŚZP	Ściana zewnętrzna podłużna - szkoła	0,83
ŚZS	Ściana zewnętrzna szczytowa - szkoła	1,14

Poniżej przedstawiono szczegółowe dane przegród.

Audyty energetyczny budynku

Przegrody										
Symbol	D m	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	$R$	$\delta$	$\mu$	$Z$	Uwagi
			W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	μg/(m·h·Pa)	m <sup>2</sup> h·Pa/g		
DACH	Dach - szkoła (nie bierze udziału w termomodernizacji)									
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,46	0,056	7,5	96	1333,3	
PL-WIÓ-CE4	0,0500	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 kg/m <sup>3</sup>	0,140	450	2,09	0,357	375	2	133,3	
BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	1,000	1900	0,84	0,080	75	10	1066,7	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,1
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,04
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,633
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										1,58
POSADZKA	Posadzka na gruncie									
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,84	0,010	250	3	40,0	
BET-POSADZ	0,0350	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,84	0,025	30	24	1166,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,46	0,028	7,5	96	666,7	
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,84	0,143	50	14	3000,0	
GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,84	0,200	75	10	2666,7	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										2
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										2,405
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										0,42
STROP PODD	Strop pod nieogrzewanym poddaszem - szkoła									
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,84	0,036	30	24	1666,7	
STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy Ackermanna		1300	0,84	0,260	57,2	13	3846,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,1
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,1
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,508
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										1,97
STROPODACH	Stropodach - łącznik									
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,46	0,028	7,5	96	666,7	
BETON-1900	0,0350	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	1,000	1900	0,84	0,035	75	10	466,7	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,16
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,111
STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy Ackermanna		1300	0,84	0,260	57,2	13	3846,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,1
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,04
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,524
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										1,91
ŚZ-ŁĄCZNIK	Ściana zewnętrzna podłużna - łącznik									
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
CEGLA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,156	105	7	1142,9	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,13
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,04
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,687
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										1,46
ŚZP-SZKOŁA	Ściana zewnętrzna podłużna - szkoła									
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,018	45	16	333,3	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,018	45	16	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,13
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,04
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										1,205
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										0,83
ŚZS-SZKOŁA	Ściana zewnętrzna szczytowa - szkoła									
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,024	45	16	444,4	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,012	45	16	222,2	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie c-w	0,770	1800	0,88	0,325	105	7	2381,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,84	0,024	45	16	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,13
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,04
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:										0,88
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:										1,14

## 6.1 System ogrzewania

### 6.1.1 Węzeł cieplny

Węzeł cieplny jest nowy, w bardzo dobrym stanie technicznym, nie wymagającym modernizacji, gdyż funkcjonuje od października 2013 r. Węzeł cieplny jest dwufunkcyjny i pracuje w automatyce pogodowej. Oparty jest na wymiennikach płytowych.

Węzeł cieplny ogrzewa następujące budynki:

- szkoła
- warsztaty
- spawalnia
- derkania
- stolarnia
- sala gimnastyczna

Węzeł cieplny zapewnia c.w.u. w następujących budynkach:

- szkoła
- warsztaty
- sala gimnastyczna

Poniżej podano charakterystykę węzła cieplnego oraz proponowane zmiany w instalacji c.o., które rzutują na pracę węzła cieplnego.

Charakterystyka węzła cieplnego																																					
Rodzaj danych	Stan istniejący																																				
Rodzaj węzła cieplnego	Węzeł cieplny oparty na płytowym wymienniku c.o. i płytowym wymienniku c.w.u. firmy Danfoss wykonany w 2013 r.																																				
Automatyka pogodowa	Regulator pogodowy typu ECL firmy Danfoss																																				
Regulacja	Regulatory różnicy ciśnień, przepływu i temperatury firmy Danfoss																																				
Parametry pracy węzła cieplnego	90 / 70°C																																				
Przewody	Rury stalowe, czarne, spawane i gwintowane (do rozdzielaczy)																																				
Izolacja przewodów / urządzeń	Rury - pianka PUR w płaszczu z folii aluminiowej (do rozdzielaczy) Wymienniki - izolacja fabryczna firmy Danfoss																																				
Licznik ciepła zbiorczy	Tak																																				
Licznik ciepła dla instalacji c.o.	Brak																																				
Licznik ciepła dla instalacji c.w.u.	Brak																																				
Sprawności składowe systemu grzewczego instalacji c.o. i węzła cieplnego po stronie ogrzewania	<table border="1"> <tr> <td>wytwarzanie - <math>\eta_{g0} =</math> (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)</td> <td>0,99</td> <td>sprawność całkowita - <math>\eta_{co0} =</math></td> <td>0,77</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>wytwarzanie - <math>\eta_{g1} =</math> (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)</td> <td>0,99</td> <td>sprawność całkowita - <math>\eta_{co1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>przesył - <math>\eta_{t0} =</math> (izolacja rur w kanałach podłogowych tylko w węźle cieplnym jest izolacja)</td> <td>0,92</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - <math>w_{t0} =</math></td> <td>0,85</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>przesył - <math>\eta_{t1} =</math> (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - <math>w_{t1} =</math></td> <td>0,85</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>regulacja i wykorzystanie - <math>\eta_{e0} =</math> (brak zaworów podpijonowych i termostatycznych, natomiast jest automatyka pogodowa)</td> <td>0,85</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d0} =</math></td> <td>0,95</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>regulacja i wykorzystanie - <math>\eta_{e1} =</math> (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>akumulacja - <math>\eta_{a0} =</math> (brak zasobnika buforowego)</td> <td>1,00</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d0} =</math></td> <td>0,95</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>akumulacja - <math>\eta_{a1} =</math> (brak zasobnika buforowego)</td> <td>1,00</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	wytwarzanie - $\eta_{g0} =$ (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)	0,99	sprawność całkowita - $\eta_{co0} =$	0,77	<table border="1"> <tr> <td>wytwarzanie - <math>\eta_{g1} =</math> (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)</td> <td>0,99</td> <td>sprawność całkowita - <math>\eta_{co1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	wytwarzanie - $\eta_{g1} =$ (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)	0,99	sprawność całkowita - $\eta_{co1} =$	0,95	przesył - $\eta_{t0} =$ (izolacja rur w kanałach podłogowych tylko w węźle cieplnym jest izolacja)	0,92	przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - $w_{t0} =$	0,85	<table border="1"> <tr> <td>przesył - <math>\eta_{t1} =</math> (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - <math>w_{t1} =</math></td> <td>0,85</td> </tr> </table>	przesył - $\eta_{t1} =$ (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - $w_{t1} =$	0,85	regulacja i wykorzystanie - $\eta_{e0} =$ (brak zaworów podpijonowych i termostatycznych, natomiast jest automatyka pogodowa)	0,85	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d0} =$	0,95	<table border="1"> <tr> <td>regulacja i wykorzystanie - <math>\eta_{e1} =</math> (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	regulacja i wykorzystanie - $\eta_{e1} =$ (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95	akumulacja - $\eta_{a0} =$ (brak zasobnika buforowego)	1,00	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d0} =$	0,95	<table border="1"> <tr> <td>akumulacja - <math>\eta_{a1} =</math> (brak zasobnika buforowego)</td> <td>1,00</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	akumulacja - $\eta_{a1} =$ (brak zasobnika buforowego)	1,00	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95
	wytwarzanie - $\eta_{g0} =$ (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)	0,99	sprawność całkowita - $\eta_{co0} =$	0,77	<table border="1"> <tr> <td>wytwarzanie - <math>\eta_{g1} =</math> (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)</td> <td>0,99</td> <td>sprawność całkowita - <math>\eta_{co1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	wytwarzanie - $\eta_{g1} =$ (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)	0,99	sprawność całkowita - $\eta_{co1} =$	0,95																												
	wytwarzanie - $\eta_{g1} =$ (źródło ciepła - węzeł cieplny z obudową)	0,99	sprawność całkowita - $\eta_{co1} =$	0,95																																	
	przesył - $\eta_{t0} =$ (izolacja rur w kanałach podłogowych tylko w węźle cieplnym jest izolacja)	0,92	przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - $w_{t0} =$	0,85	<table border="1"> <tr> <td>przesył - <math>\eta_{t1} =</math> (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - <math>w_{t1} =</math></td> <td>0,85</td> </tr> </table>	przesył - $\eta_{t1} =$ (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - $w_{t1} =$	0,85																												
przesył - $\eta_{t1} =$ (uzupełnienie izolacji przewodów w kanałach podłogowych)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia (5 dni pracy) - $w_{t1} =$	0,85																																		
regulacja i wykorzystanie - $\eta_{e0} =$ (brak zaworów podpijonowych i termostatycznych, natomiast jest automatyka pogodowa)	0,85	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d0} =$	0,95	<table border="1"> <tr> <td>regulacja i wykorzystanie - <math>\eta_{e1} =</math> (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)</td> <td>0,98</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	regulacja i wykorzystanie - $\eta_{e1} =$ (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95																													
regulacja i wykorzystanie - $\eta_{e1} =$ (automatyka pogodowa i miejscowa - komplet)	0,98	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95																																		
akumulacja - $\eta_{a0} =$ (brak zasobnika buforowego)	1,00	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d0} =$	0,95	<table border="1"> <tr> <td>akumulacja - <math>\eta_{a1} =</math> (brak zasobnika buforowego)</td> <td>1,00</td> <td>przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - <math>w_{d1} =</math></td> <td>0,95</td> </tr> </table>	akumulacja - $\eta_{a1} =$ (brak zasobnika buforowego)	1,00	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95																													
akumulacja - $\eta_{a1} =$ (brak zasobnika buforowego)	1,00	przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (8 godzin przerw) - $w_{d1} =$	0,95																																		
Ilość dni grzewczych w tygodniu / ilość godzin grzewczych na dobę	7 / 24 - z osłabieniem (5 / 16) uwzględnionym we współczynnikach $w_t$ i $w_d$ (osłabienie nocne w zwykłe dni ustawione na regulatorze pogodowym w węźle cieplnym osłabienie weekendowe ustawione na regulatorze pogodowym w węźle cieplnym)																																				
Łączne obliczeniowe zapotrzebowanie mocy grzewczej dla c.o. i c.w.u. [MW]	0,303783																																				
Łączne obliczeniowe zużycie ciepła dla c.o. i c.w.u. ze sprawnościami [GJ/a]	1 321,08																																				
Łączna moc grzewcza dla c.o. i c.w.u. określona w okresie 2013 / 2014 w sposób szacunkowy ze zbiorczych faktur [MW]	0,316035																																				
Łączne zużycie ciepła dla c.o. i c.w.u. określone w okresie 2013 / 2014 w sposób szacunkowy ze zbiorczych faktur [GJ/a]	1 281,41																																				

### 6.1.2 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania pracuje w systemie wodnym, dwururowym, z rozdziałem dolnym, w układzie zamkniętym.

Instalacja c.o. nigdy nie była modernizowana. Brak jest izolacji termicznej. W wielu miejscach wymieniono stare grzejniki żeliwne na aluminiowe ze względu na przecieki. Instalacja nadaje się całkowicie do wymiany. Jedynie pozostawić można wymienione grzejniki aluminiowe. Do wymiany pozostało 145 szt.

Instalacja c.o. nie posiada zaworów i głowic termostatycznych. Instalacja nie posiada żadnej regulacji, ani zaworów regulacyjnych podpionowych. Jedynie węzeł cieplny posiada regulację pogodową.

W instalacji c.o. znajduje się 35 pionów i 170 grzejników. Przy grzejnikach należy koniecznie zamontować aluminiowe ekrany zagrzejnikowe.

Ilości grzejników i pionów c.o. podał Użytkownik.

Charakterystyka instalacji centralnego ogrzewania				
Rodzaj danych	Stan istniejący		Proponowane zmiany	
Typ instalacji c.o.	Instalacja c.o. pompowa z rozdziałem dolnym, układ zamknięty. Rury poziome prowadzone w kanałach podłogowych po obwodzie budynku wzdłuż ścian zewnętrznych.		Bez zmian	
Parametry pracy instalacji c.o.	90 / 70 <sup>o</sup> C		Bez zmian	
Przewody w instalacji c.o.	Rury stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu ścian i w kanałach podłogowych skorodowane obustronnie, stan bardzo zły - do wymiany		Wymiana wszystkich przewodów na rury stalowe systemowe zaprasowywane Steel Press	
Izolacja przewodów	Izolacja w kanałach podłogowych zniszczona i zamoczona przez wody gruntowe. Dno kanałów podłogowych nie jest wybetonowane, jest przesycone więc wody gruntowe zawsze działają destrukcyjnie na raz z izolacją termiczną.		Montaż izolacji cieplej na nowym orurowaniu - pianka PUR w folii aluminiowej. Wybetonowanie dna kanałów podłogowych w celu ochrony nowych rurociągów i izolacji termicznej przed destrukcyjnym działaniem wód gruntowych.	250
Rodzaje grzejników / ilość	Żeliwne zanieczyszczone i skorodowane (w tym 25 szt. grzejników wymieniono w ostatnim czasie na aluminiowe)	170	Wymiana grzejników na aluminiowe	145
Ostronienie grzejników	Nie		Bez zmian	
Ekran zagrzejnikowe / ilość	Brak	170	Montaż	170
Regulacja podpionowa / ilość pionów	Brak	35	Montaż zaworów podpionowych wraz z 2 zaworami kulowymi odcinającymi i filtrem siatkowym	35
Podzielniki kosztów / ilość	Brak	0	Bez zmian	0
Zawory termostatyczne z głowicami i zawory powrotne / ilość	Brak	170	Montaż	170
Liczniki ciepła indywidualne / ilość	Brak	0	Bez zmian	0
Obliczeniowe zapotrzebowanie mocy grzewczej c.o. [MW]	0,284459		0,284459	
Obliczeniowe zużycie ciepła c.o. bez sprawności [GJ/a]	1 105,90		1 105,90	
Obliczeniowe zużycie ciepła c.o. ze sprawnościami [GJ/a]	1 153,50		939,23	
Szacunkowe zapotrzebowanie mocy grzewczej c.o. w okresie 2013 / 2014 ze zbiorczych faktur [MW]	0,262371		Brak danych	
Szacunkowe zużycie ciepła c.o. określone z głównego licznika ciepła w okresie 2013 / 2014 ze zbiorczych faktur [GJ/a]	1 128,09		Brak danych	

## 6.2 Instalacja ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji

Instalacja c.w.u. jest w bardzo złym stanie technicznym. Ciągłe przecieki kwalifikują ją natychmiast do wymiany. Brak jest izolacji termicznej. Baterie umywalkowe są również nieszczelne i wyeksploatowane, a w sytuacji awaryjnej wymieniane.

Instalacja cyrkulacji c.w.u. jest także w stanie krytycznym. Jest ona doprowadzona jedynie w części budynku i tylko do I piętra. Małe średnice przewodów stalowych mogą świadczyć o tym, że po 30-40 latach pracy są po prostu niedrożne.

Brak jest izolacji termicznej.

Wszystkie rurociągi schowane są w ścianach i zamurowane.

Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji			
Rodzaj danych	Stan istniejący		Proponowane zmiany
Rodzaj instalacji c.w.u.	C.w.u. przygotowana centralnie w węźle ciepłym w podgrzewaczach pojemnościowych. Instalacja c.w.u. pozioma, rozgałęźna w obrębie parteru do pojedynczych umywalk i do pionu w łazienkach. Instalacja cyrkulacji doprowadzona do I piętra w I pionie c.w.u.		Bez zmian
Parametry pracy instalacji w.z. / c.w.u. [°C]	10 / 55		Bez zmian
Instalacja cyrkulacji c.w.u. pompowa / grawitacyjna	Pompowa		Bez zmian
Max. stopień cyrkulacji [h <sup>-1</sup> ]	5		Bez zmian
Max. schłodzenie w instalacji cyrkulacji [°C]	10		Bez zmian
Przewody instalacji c.w.u. / cyrk.	Rury stalowe, czarne, ocynkowane, skorodowane do wymiany		Wymiana wszystkich rur od węzła ciepłego
Izolacja przewodów	Jest tylko w węźle ciepłym, a na pozostałej instalacji brak		Montaż - pianka PUR w płaszczu PCW lub folii aluminiowej
Regulacja podpionowa / ilość pionów cyrkulacyjnych	Brak	2	Montaż - zawory cyrkulacyjne termostacyjne podpionowe z nastawą 50°C w komplecie z filtrem siatkowym i 2 zaworami kulowymi odcinającymi
Zasobnik c.w.u. w węźle ciepłym (stabilizator)	2 podgrzewacze typu RudoCell firmy Viessmann		Bez zmian
Baterie	Stare wyeksploatowane baterie umywalkowe		15 Wymiana baterii na ściennie jednouchwytowe
Perlatory / ilość	Stare, wyeksploatowane perlatory na wylewkach baterii umywalkowych		15 Montaż wysokowydajnych perlatorów o stopniu oszczędności 80 % na wylewkach baterii umywalkowych ściennych jednouchwytowych
Wodomierze c.w.u. indywidualne / ilość	Brak		0 Bez zmian
Sprawności składowe instalacji c.w.u. / cyrk. oraz węzła ciepłego po stronie c.w.u.	wytworzenie (źródło ciepła - węzeł ciepły c.w.u. z obudową) - $\eta_{gd} = 0,97$		wytworzenie (poprawa lub wymiana źródła ciepła) - $\eta_{gd} = 0,97$
	przesył (brak izolacji przewodów i częściowej instalacji cyrkulacji) - $\eta_{pr} = 0,60$		przesył (izolacja rur, regulacja czasu pracy pompy i wykonanie cyrkulacji) - $\eta_{pr} = 0,80$
	wykorzystanie - $\eta_{wk} = 1,00$		wykorzystanie - $\eta_{wk} = 1,00$
	akumulacja (obecność zasobnika c.w.u.) - $\eta_{ak} = 0,86$		akumulacja (poprawa lub wymiana zasobnika c.w.u.) - $\eta_{ak} = 0,86$
	sprawność całkowita - $\eta_{kwd} = 0,50$		sprawność całkowita - $\eta_{kwd} = 0,67$
	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. - $k_k = 0,55$		współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. - $k_k = 0,55$
	ilość dni w roku - $t_k = 365$		ilość dni w roku - $t_k = 365$
Obliczeniowe zapotrzebowanie mocy grzewczej c.w.u. [MW]	0,019324		0,007884
Obliczeniowe zużycie ciepła c.w.u. bez sprawności [GJ/a]	83,88		45,63
Obliczeniowe zużycie ciepła c.w.u. ze sprawnościami [GJ/a]	167,58		68,37
Obliczeniowe zużycie c.w.u. [m <sup>3</sup> /a]	444,862		242,005
Szacunkowe zapotrzebowanie mocy grzewczej c.w.u. w okresie 2013 / 2014 ze zbiorczych faktur [MW]	0,053664		Brak danych
Szacunkowe zużycie ciepła c.w.u. określone z głównego licznika ciepła w okresie 2013 / 2014 ze zbiorczych faktur [GJ/a]	153,33		Brak danych
Szacunkowe zużycie c.w.u. określone wg wodomierza głównego w okresie 2013 / 2014 ze zbiorczych faktur [m <sup>3</sup> /a]	500		Brak danych

## 6.3 Wentylacja

Charakterystyka wentylacji		
Rodzaj danych	Stan istniejący	Proponowane zmiany
Rodzaj wentylacji	Grawitacyjna	Bez zmian
Wentylacja grawitacyjna	W całym budynku	Bez zmian
Wentylacja mechaniczna	Brak	Bez zmian
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej [m <sup>3</sup> /h]	2 000	2 000
Strumień powietrza wentylacji mechanicznej [m <sup>3</sup> /h]	0	0
Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	2 000	2 000
Ilość wymian [h <sup>-1</sup> ]	0,2	0,2

Ilość powietrza wentylacyjnego								
Pomieszczenie	Kubatura pomieszczenia [m <sup>3</sup> ]	Ilość wymian [h <sup>-1</sup> ]	Strumień powietrza wynikający z ilości wymian [m <sup>3</sup> /h]	Ilość pomieszczeń [szt.]	Ilość osób lub przyborów [szt.]	Jednostkowy strumień powietrza [m <sup>3</sup> /h]	Jednostkowy strumień powietrza na osobę [m <sup>3</sup> /h*osoba]	Strumień powietrza [m <sup>3</sup> /h]
Klatka schodowa i korytarze	2 000	0,30	600	2	x	x	x	x
Szatnia	165	4	660	1	x	x	x	x
Umywalnia (oddzielna w łazience)	25	2	100	2	x	x	x	x
Łazienka - miska ustępowa	x	x	x	4	10	x	50	500
Łazienka - pisuar	x	x	x	2	1	x	25	50
Kotłownia / węzeł ciepły	300	0,3	90	1	x	x	x	x
		Razem	1 450				Razem	550
Nominalny obliczeniowy strumień powietrza wg PN wynosi $V_n =$							2 000	m <sup>3</sup> /h

## 7 Wykaz wybranych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W wyniku analizy stanu budynku rozpatrzone będą następujące usprawnienia termomodernizacyjne

Proponowane usprawnienia przegród i stolarki
Zaleca się poprawę stanu przegród budowlanych i stolarki zgodnie z warunkami w/w przepisów. Przyjęto:
- docieplenie ścian zewnętrznych - przyklejenie styropianu do elewacji i pokrycie tynkiem silikonowym (metoda lekka - mokra)
- docieplenie stropu poddasza nieogrzewanego szkoły - położenie twardej wełny mineralnej na stropie poddasza wraz z zabezpieczeniem płytą OSB
- docieplenie stropodachu łącznika - ułożenie twardej wełny mineralnej na stropodachu i przymocowanie jej kołkami, następnie papa termozgrzewalna podkładowa i nawierzchniowa
- wymianę okien i drzwi na stolarkę PCW
Proponowane usprawnienia instalacji
- wymiana instalacji c.o.
- wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji

## 8 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 8.1 Wykaz rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

- ocena opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne budynku i stolarkę budowlaną
- zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT charakteryzujące każde usprawnienie

**8.1.1 Docieplenie ściany zewnętrznej podłużnej - szkoła**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przeegroda	SZ-p - Ściana zewnętrzna podłużna		
<b>Dane</b>					
Powierzchnia przegrody do obliczeń cieplnych - A =		855 m <sup>2</sup>	Powierzchnia przegrody do docieplenia - A <sub>d</sub> =		865 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>					
Do docieplenia przyjęto metodę lekką - moką systemową składającą się z:					
- zaprawa klejąca					
- styropian fasada (pióro i wpust)					
- siatka nylonowa					
- kołki plastikowe długie					
- podkład gruntujący pod tynk					
- tynk silikonowy drapany					
Współczynnik przewodzenia styropianu wynosi:			λ =	0,04	W/m*K
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji termicznej:					
- wariant 1 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - U <sub>max</sub> = 0,25 W/m <sup>2</sup> *K			
- wariant 2 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - U <sub>max</sub> = 0,23 W/m <sup>2</sup> *K			
- wariant 3 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - U <sub>max</sub> = 0,20 W/m <sup>2</sup> *K			
Grubości izolacji dostosowano do pozostałych ścian zewnętrznych, aby ujedynolnić docieplenie					
Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
			I	II	III
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej - g	m	x	0,13	0,15	0,17
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR = g / λ	(m <sup>2</sup> *K)/W	x	3,25	3,75	4,25
Całkowity opór cieplny - R <sub>0</sub> , R <sub>1</sub>	(m <sup>2</sup> *K)/W	1,20	4,45	4,95	5,45
Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> * S <sub>d</sub> * A / R	GJ/rok	224,12	60,61	54,50	49,50
Zapotrzebowanie na moc cieplną q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> * A * (t <sub>wo</sub> - t <sub>zo</sub> ) / R	MW	0,028386	0,007677	0,006902	0,006270
Roczna oszczędność kosztów związana z dociepleniem 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/rok	x	8 994,31	9 330,78	9 605,57
Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	270	275	280
Planowany koszt robót N <sub>u</sub> = N * A <sub>d</sub>	zł	x	233 550	237 875	242 200
Prosty czas zwrotu SPBT = N <sub>u</sub> / ΔO <sub>rU</sub>	lat	x	25,97	25,49	25,21
Współczynnik przenikania ciepła U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub> = 1 / R	W/(m <sup>2</sup> *K)	0,83	0,22	0,20	0,18
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie ΔQ <sub>u</sub> = Q <sub>0u</sub> - Q <sub>1u</sub>	GJ/rok	x			174,62
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie Δq <sub>u</sub> = q <sub>0u</sub> - q <sub>1u</sub>	MW	x			0,022116
Wybrano wariant nr	III	mając na uwadze wymogi obowiązujące w 2021 r. oraz ze względu na niewielką różnicę w czasie zwrotu inwestycji pomiędzy wariantami (różnica kilku miesięcy). Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów			

**8.1.2 Docieplenie ściany zewnętrznej szczytowej - szkoła**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przełoga	SZ-s - Ściana zewnętrzna szczytowa		
<b>Dane</b>					
Powierzchnia przegrody do obliczeń cieplnych - A =	465 m <sup>2</sup>	Powierzchnia przegrody do docieplenia - A <sub>d</sub> =	475 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>					
Do docieplenia przyjęto metodę lekką - moką systemową składającą się z:					
- zaprawa klejąca					
- styropian fasada (pióro i wpust)					
- siatka nylonowa					
- kołki plastikowe długie					
- podkład gruntujący pod tynk					
- tynk silikonowy drapany					
Współczynnik przewodzenia styropianu wynosi:		λ =	0,04	W/m*K	
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji termicznej:					
- wariant 1 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - U <sub>max</sub> = 0,25 W/m <sup>2</sup> *K				
- wariant 2 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - U <sub>max</sub> = 0,23 W/m <sup>2</sup> *K				
- wariant 3 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - U <sub>max</sub> = 0,20 W/m <sup>2</sup> *K				
Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
			I	II	III
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej - g	m	x	0,13	0,15	0,17
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR = g / λ	(m <sup>2</sup> *K)/W	x	3,25	3,75	4,25
Całkowity opór cieplny - R <sub>0</sub> , R <sub>1</sub>	(m <sup>2</sup> *K)/W	0,88	4,13	4,63	5,13
Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> * S <sub>d</sub> * A / R	GJ/rok	167,42	35,58	31,74	28,64
Zapotrzebowanie na moc cieplną q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> * A * (t <sub>wo</sub> - t <sub>zo</sub> ) / R	MW	0,021204	0,004507	0,004020	0,003628
Roczna oszczędność kosztów związana z dociepleniem 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/rok	x	7 251,98	7 463,49	7 633,74
Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	270	275	280
Planowany koszt robót N <sub>u</sub> = N * A <sub>d</sub>	zł	x	128 250	130 625	133 000
Prosty czas zwrotu SPBT = N <sub>u</sub> / ΔO <sub>rU</sub>	lat	x	17,68	17,50	17,42
Współczynnik przenikania ciepła U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub> = 1 / R	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,14	0,24	0,22	0,20
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie ΔQ <sub>u</sub> = Q <sub>0u</sub> - Q <sub>1u</sub>	GJ/rok	x			138,77
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie Δq <sub>u</sub> = q <sub>0u</sub> - q <sub>1u</sub>	MW	x			0,017576
Wybrano wariant nr	III	mając na uwadze wymogi obowiązujące w 2021 r. oraz ze względu na niewielką różnicę w czasie zwrotu inwestycji pomiędzy wariantami (różnica kilku miesięcy). Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów			



### 8.1.3 Docieplenie ściany zewnętrznej - łącznik

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przełoga	SZ-I - Ściana zewnętrzna - łącznik			
<b>Dane</b>						
Powierzchnia przegrody do obliczeń cieplnych - $A =$	90 m <sup>2</sup>	Powierzchnia przegrody do docieplenia - $A_d =$	95 m <sup>2</sup>			
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>						
Do docieplenia przyjęto metodę lekką - moką systemową składającą się z:						
- zaprawa klejąca						
- styropian fasada (pióro i wpust)						
- siatka nylonowa						
- kołki plastikowe długie						
- podkład gruntujący pod tynk						
- tynk silikonowy drapany						
Współczynnik przewodzenia styropianu wynosi:		$\lambda =$	0,04	W/m <sup>2</sup> *K		
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji termicznej:						
- wariant 1 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - $U_{max} = 0,25$ W/m <sup>2</sup> *K					
- wariant 2 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - $U_{max} = 0,23$ W/m <sup>2</sup> *K					
- wariant 3 -	określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - $U_{max} = 0,20$ W/m <sup>2</sup> *K					
Opis wariantu		Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
Opis wariantu		Jednostka	Stan istniejący	I	II	III
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej - g		m	x	0,13	0,15	0,17
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R = g / \lambda$		(m <sup>2</sup> *K)/W	x	3,25	3,75	4,25
Całkowity opór cieplny - $R_0, R_1$		(m <sup>2</sup> *K)/W	0,68	3,93	4,43	4,93
Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A / R$		GJ/rok	41,50	7,22	6,41	5,76
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{wo} - t_{zo}) / R$		MW	0,005256	0,000915	0,000812	0,000729
Roczna oszczędność kosztów związana z dociepleniem $\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0u} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) +$ $+ 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$		zł/rok	x	1 885,44	1 930,23	1 965,95
Cena jednostkowa usprawnienia - N		zł/m <sup>2</sup>	x	270	275	280
Planowany koszt robót $N_u = N * A_d$		zł	x	25 650	26 125	26 600
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_u / \Delta O_{rU}$		lat	x	13,60	13,54	13,53
Współczynnik przenikania ciepła $U_0, U_1 = 1 / R$		W/(m <sup>2</sup> *K)	1,46	0,25	0,23	0,20
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie $\Delta Q_u = Q_{0u} - Q_{1u}$		GJ/rok	x			35,74
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie $\Delta q_u = q_{0u} - q_{1u}$		MW	x			0,004527
Wybrano wariant nr	III	mając na uwadze wymogi obowiązujące w 2021 r. oraz ze względu na niewielką różnicę w czasie zwrotu inwestycji pomiędzy wariantami (różnica kilku miesięcy). Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów				

**8.1.4 Docieplenie stropodachu - łącznik**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przełoga	StD - stropodach łącznika			
<b>Dane</b>						
Powierzchnia przegrody do obliczeń cieplnych - A =		60 m <sup>2</sup>	Powierzchnia przegrody do docieplenia - A <sub>d</sub> =		65 m <sup>2</sup>	
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>						
Do docieplenia przyjęto metodę lekką - suchą składającą się z:						
- wełna mineralna twarda						
- papa podkładowa termozgrzewalna						
- papa nawierzchniowa termozgrzewalna						
Przed ułożeniem docieplenia należy istniejące poszycie zdemontować.						
Współczynnik przewodzenia wełny mineralnej wynosi:			λ =	0,039	W/m*K	
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji termicznej:						
- wariant 1 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - U <sub>max</sub> = 0,20 W/m <sup>2</sup> *K				
- wariant 2 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - U <sub>max</sub> = 0,18 W/m <sup>2</sup> *K				
- wariant 3 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - U <sub>max</sub> = 0,15 W/m <sup>2</sup> *K				
Omówienie		Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				I	II	III
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej - g		m	x	0,17	0,20	0,25
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR = g / λ		(m <sup>2</sup> *K)/W	x	4,36	5,13	6,41
Całkowity opór cieplny - R <sub>0</sub> , R <sub>1</sub>		(m <sup>2</sup> *K)/W	0,52	4,88	5,65	6,93
Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> * S <sub>d</sub> * A / R		GJ/rok	36,19	3,88	3,35	2,73
Zapotrzebowanie na moc cieplną q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> * A * (t <sub>w0</sub> - t <sub>z0</sub> ) / R		MW	0,004584	0,000492	0,000425	0,000346
Roczna oszczędność kosztów związana z dociepleniem 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/rok	x	1 777,44	1 806,49	1 840,59
Cena jednostkowa usprawnienia - N		zł/m <sup>2</sup>	x	215	217	220
Planowany koszt robót N <sub>u</sub> = N * A <sub>d</sub>		zł	x	13 975	14 105	14 300
Prosty czas zwrotu SPBT = N <sub>u</sub> / ΔO <sub>rU</sub>		lat	x	7,86	7,81	7,77
Współczynnik przenikania ciepła U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub> = 1 / R		W/(m <sup>2</sup> *K)	1,91	0,20	0,18	0,14
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie ΔQ <sub>u</sub> = Q <sub>0u</sub> - Q <sub>1u</sub>		GJ/rok	x			33,46
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie Δq <sub>u</sub> = q <sub>0u</sub> - q <sub>1u</sub>		MW	x			0,004238
Wybrano wariant nr	III	mając na uwadze wymogi obowiązujące w 2021 r. oraz ze względu na niewielką różnicę w czasie zwrotu inwestycji pomiędzy wariantami (różnica kilku miesięcy). Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów				

**8.1.5 Docieplenie stropu poddasza nieogrzewanego - szkoła**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przełoga	SpPN - Strop pod poddaszem nieogrzewanym		
<b>Dane</b>					
Powierzchnia przegrody do obliczeń cieplnych - A =		700 m <sup>2</sup>	Powierzchnia przegrody do docieplenia - A <sub>d</sub> =		680 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>					
Do docieplenia przyjęto metodę lekką - suchą składającą się z:					
- wełna mineralna twarda					
- twarda płyta OSB					
Współczynnik przewodzenia wełny mineralnej wynosi:			λ =	0,039	W/m*K
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji termicznej:					
- wariant 1 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - U <sub>max</sub> = 0,20 W/m <sup>2</sup> *K			
- wariant 2 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - U <sub>max</sub> = 0,18 W/m <sup>2</sup> *K			
- wariant 3 -		określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - U <sub>max</sub> = 0,15 W/m <sup>2</sup> *K			
Opis	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
			I	II	III
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej - g	m	x	0,17	0,20	0,25
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR = g / λ	(m <sup>2</sup> *K)/W	x	4,36	5,13	6,41
Całkowity opór cieplny - R <sub>0</sub> , R <sub>1</sub>	(m <sup>2</sup> *K)/W	0,51	4,87	5,64	6,92
Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> * S <sub>d</sub> * A / R	GJ/rok	925,76	96,56	83,38	67,93
Zapotrzebowanie na moc cieplną q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> * A * (t <sub>wo</sub> - t <sub>zo</sub> ) / R	MW	0,048265	0,005034	0,004347	0,003542
Roczna oszczędność kosztów związana z dociepleniem 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/rok	x	39 406,86	40 033,22	40 767,60
Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	126	128	130
Planowany koszt robót N <sub>u</sub> = N * A <sub>d</sub>	zł	x	85 680	87 040	88 400
Prosty czas zwrotu SPBT = N <sub>u</sub> / ΔO <sub>rU</sub>	lat	x	2,17	2,17	2,168
Współczynnik przenikania ciepła U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub> = 1 / R	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,97	0,20	0,18	0,14
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie ΔQ <sub>u</sub> = Q <sub>0u</sub> - Q <sub>1u</sub>	GJ/rok	x	S <sub>d</sub> = 7770 dla t = -15°C na nieogrzewanym poddaszu nieużytkowym bez ocieplenia z nieszczelnymi otworami w dachu		857,83
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie Δq <sub>u</sub> = q <sub>0u</sub> - q <sub>1u</sub>	MW	x			0,044723
Wybrano wariant nr	III	mając na uwadze wymogi obowiązujące w 2021 r. oraz ze względu na niewielką różnicę w czasie zwrotu inwestycji pomiędzy wariantami (różnica kilku miesięcy). Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów			

## 8.1.6 Wymiana stolarki budowlanej

Oszacowanie ilości powietrza wentylacyjnego dla stolarki budowlanej		
Powierzchnia okien pozostałych - $A_{ok}$	202	$m^2$
Powierzchnia okien wymienionych - $A_{okw}$	361	$m^2$
Powierzchnia drzwi do węzła cieplnego - $A_{dr}$	2	$m^2$
Łączna powierzchnia stolarki - $A$	565	$m^2$
Nominalny obliczeniowy strumień powietrza wg PN - $V_n$	2 000	$m^3/h$
Obliczeniowy strumień powietrza dla okien pozostałych $V = A_{ok} * V_n / A$	715,044	$m^3/h$
przyjęto	715	$m^3/h$
Obliczeniowy strumień powietrza dla okien wymienionych $V = A_{okw} * V_n / A$	1 277,876	$m^3/h$
przyjęto	1 278	$m^3/h$
Obliczeniowy strumień powietrza dla drzwi do węzła cieplnego $V = A_{dr} * V_n / A$	7,080	$m^3/h$
przyjęto	7	$m^3/h$

8.1.6.1 Wymiana okien (wymienionych)

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien i poprawie systemu wentylacji		Przegroda	Ow - Okna wymienione		
<b>Dane</b>					
- powierzchnia okien - $A_{ok} =$	361	$m^2$			
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r0} =$	1,0		- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r1} =$	1,0		- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m0} =$	1,0		- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m1} =$	1,0		- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru - $c_w =$	1,0				
- nominalny strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_n =$	1 278	$m^3/h$	- w pomieszczeniu z tym oknem		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl0} = V_n * c_{m0} =$	1 278	$m^3/h$	- stan przed termomodernizacją		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl1} = V_n * c_{m1} =$	1 278	$m^3/h$	- stan po termomodernizacji		
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>					
Rozpatruje się 3 warianty różniące się współczynnikiem przenikania ciepła:					
- wariant 1 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - $U_{max} = 1,3 W/m^2 * K$					
- wariant 2 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - $U_{max} = 1,1 W/m^2 * K$					
- wariant 3 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - $U_{max} = 0,9 W/m^2 * K$					
Opis wariantu usprawnienia	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
			I	II	III
Współczynnik przenikania ciepła - $U_0, U_1$	$(m^2 * K) / W$	1,50	1,30	1,10	0,90
Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_0, Q_1 = 10^{-5} * Sd * (8,64 * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom})$	GJ/rok	308,36	285,55	262,75	239,95
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_0, q_1 = (t_{wo} - t_{zo}) * (10^{-6} * A_{ok} * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl})$	MW	0,039041	0,036153	0,033265	0,030377
Roczna oszczędność kosztów związana z wymianą okien $\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok	x	1 254,32	2 508,64	3 762,95
Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	750	800	1 250
Planowany koszt wymiany okien $N_{ok} = N * A_{ok}$	zł	x	270 750	288 800	451 250
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{ok} / \Delta O_{rU}$	lat	x	215,85	115,12	119,92
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie $\Delta Q_u = Q_{0u} - Q_{1u}$	GJ/rok	x		45,60	
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie $\Delta q_u = q_{0u} - q_{1u}$	MW	x		0,005776	
Wybrano wariant nr	II	Zgodnie z zasadami wybrano wariant o najniższym czasie zwrotu. Przyjęto okna 2-szybowe, 6-komorowe PCV. Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów			

8.1.6.2 Wymiana okien (pozostałych)

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien i poprawie systemu wentylacji			Przełoda	O - Okna	
<b>Dane</b>					
- powierzchnia okien - $A_{ok} =$	202	$m^2$			
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r0} =$	1,3		- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r1} =$	1,0		- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m0} =$	1,5		- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m1} =$	1,0		- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru - $c_w =$	1,0				
- nominalny strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_n =$	715	$m^3/h$	- w pomieszczeniu z tym oknem		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl0} = V_n * c_{m0} =$	1 073	$m^3/h$	- stan przed termomodernizacją		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl1} = V_n * c_{m1} =$	715	$m^3/h$	- stan po termomodernizacji		
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>					
Rozpatruje się 3 warianty różniące się współczynnikiem przenikania ciepła:					
- wariant 1 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - $U_{max} = 1,3 W/m^2 * K$					
- wariant 2 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - $U_{max} = 1,1 W/m^2 * K$					
- wariant 3 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - $U_{max} = 0,9 W/m^2 * K$					
				<b>Warianty</b>	
Opis wariantu usprawnienia	Jednostka	Stan istniejący	I	II	III
Współczynnik przenikania ciepła - $U_0, U_1$	$(m^2 * K) / W$	2,50	1,30	1,10	0,90
Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_0, Q_1 = 10^{-5} * Sd * (8,64 * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom})$	GJ/rok	259,38	159,77	147,01	134,25
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_0, q_1 = (t_{wo} - t_{zo}) * (10^{-6} * A_{ok} * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl})$	MW	0,034786	0,020228	0,018612	0,016996
Roczna oszczędność kosztów związana z wymianą okien $\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok	x	5 674,31	6 376,17	7 078,03
Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	750	800	1 250
Planowany koszt wymiany okien $N_{ok} = N * A_{ok}$	zł	x	151 500	161 600	252 500
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{ok} / \Delta O_{rU}$	lat	x	26,70	25,34	35,67
Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie $\Delta Q_u = Q_{0u} - Q_{1u}$	GJ/rok	x		112,36	
Zmniejszenie mocy cieplnej w wybranym wariantcie $\Delta q_u = q_{0u} - q_{1u}$	MW	x		0,016174	
Wybrano wariant nr	II	Zgodnie z zasadami wybrano wariant o najniższym czasie zwrotu. Przyjęto okna 2-szybowe, 6-komorowe PCV. Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów			

8.1.6.3 Wymiana drzwi (węzeł cieplny)

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien i poprawie systemu wentylacji				Przełota	D - Drzwi	
<b>Dane</b>						
- powierzchnia drzwi - $A_{dr}$ =	2	$m^2$ (drzwi zewnętrzne do węzła cieplnego)				
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r0}$ =			1,3	- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{r1}$ =			1,0	- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m0}$ =			1,5	- stan przed termomodernizacją		
- współczynnik korekcyjny określający szczelność stolarki i charakterystykę wentylacji - $c_{m1}$ =			1,0	- stan po termomodernizacji		
- współczynnik korekcyjny określający stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru - $c_w$ =			1,0			
- nominalny strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_n$ =			7	$m^3/h$ - w pomieszczeniu z tymi drzwiami		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl0} = V_n * c_{m0}$ =			11	$m^3/h$ - stan przed termomodernizacją		
- obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych - $V_{obl1} = V_n * c_{m1}$ =			7	$m^3/h$ - stan po termomodernizacji		
<b>Opis wariantu usprawnienia</b>						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się współczynnikiem przenikania ciepła:						
- wariant 1 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2014 r. - $U_{max} = 1,7 W/m^2 * K$						
- wariant 2 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2017 r. - $U_{max} = 1,5 W/m^2 * K$						
- wariant 3 - określony dla osiągnięcia max. współczynnika przenikania ciepła obowiązującego od 2021 r. - $U_{max} = 1,3 W/m^2 * K$						
	Opis wariantu usprawnienia	Jednostka	Stan istniejący	Warianty		
				I	II	III
	Współczynnik przenikania ciepła - $U_0, U_1$	$(m^2 * K) / W$	5,60	1,70	1,50	1,30
	Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_0, Q_1 = 10^{-5} * Sd * (8,64 * A_{dr} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom})$	GJ/rok	4,52	1,83	1,70	1,57
	Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_0, q_1 = (t_{wo} - t_{zo}) * (10^{-6} * A_{dr} * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl})$	MW	0,000591	0,000231	0,000215	0,000199
	Roczna oszczędność kosztów związana z wymianą drzwi $\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok	x	149,83	156,78	163,73
	Cena jednostkowa usprawnienia - N	zł/m <sup>2</sup>	x	560	580	600
	Planowany koszt wymiany drzwi $N_{dr} = N * A_{dr}$	zł	x	1 120	1 160	1 200
	Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{dr} / \Delta O_{rU}$	lat	x	7,48	7,40	7,33
	Roczna oszczędność ciepła w wybranym wariantcie $\Delta Q_u = Q_{0u} - Q_{1u}$	GJ/rok	x			2,94
	Zmniejszenie mocy cieplej w wybranym wariantcie $\Delta q_u = q_{0u} - q_{1u}$	MW	x			0,000392
Wybrano wariant nr	III	Zgodnie z zasadami wybrano wariant o najniższym czasie zwrotu. Przyjęto drzwi zewnętrzne do węzła cieplnego metalowe ocieplone. Wartości cenowe przyjęto na podstawie lokalnych średnich cen rynkowych i danych producentów				

**8.1.7 Modernizacja - wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji**

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą do przygotowania c.w.u.			
Wyszczególnienie	Jednostka	Stan obecny	Stan po modernizacji
Ciepło właściwe wody - $c_w$	kJ/(kg*K)	4,19	
Temperatura wody zimnej - $t_{wz}$	°C	10	
Temperatura wody ciepłej - $t_{cwu}$	°C	55	
Gęstość wody - $\rho$	kg/l	1	
Czas użytkowania c.w.u. - $t_R$	d/rok	365	
Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. - $k_R$	-	0,55	
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w.u. - $V_{wi}$	l/(m <sup>2</sup> *d)	0,8	0,4352
Roczne zużycie c.w.u. dla budynku $V_r = V_{wi} * k_R * t_R * A_f$	l/rok	444 862	242 004,93
Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzania c.w.u. bez sprawności $Q_{cwu} = 10^{-6} * V_r * c_w * \rho * (t_{cwu} - t_{wz})$	GJ/rok	83,88	45,63
Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzania c.w.u. ze sprawnościami $Q_{cwu} = 10^{-6} * V_r * c_w * \rho * (t_{cwu} - t_{wz}) / \eta_{cwu}$	GJ/rok	167,58	68,37
Jednostkowe godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. (6, 12 lub 18 godzin) $V_{h\ \acute{s}r} = V_{wi} * A_f / 12$	l/h	184,67	100,459
Średnie zapotrzebowanie mocy grzewczej dla c.w.u. $q_{\acute{s}r\ cwu} = V_{h\ \acute{s}r} * c_w * \rho * (t_{cwu} - t_{wz}) / (\eta_{cwu} * 3600 * 1000)$	MW	0,019324	0,007884
Liczba mieszkańców / użytkowników - U	osoba	700	
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * U^{0,244}$	x	1,88	
Max. zapotrzebowanie mocy grzewczej dla c.w.u. $q_{max\ cwu} = q_{\acute{s}r\ cwu} * N_h$	MW	0,036417	0,014858
Roczne zużycie wody z wodomierza głównego na podstawie faktur z okresu 2013 / 2014 - jest to zużycie wody zimnej i ciepłej	m <sup>3</sup> /rok	1 152	
Roczne zużycie c.w.u. określone szacunkowo przez interpolację rocznego zużycia całkowitego wody na podstawie faktur z okresu 2013 / 2014	m <sup>3</sup> /rok	500	



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego zapotrzebowanie energii cieplnej dla c.w.u.			
Opis wariantu usprawnienia	Wybór tak / nie	Sprawność przed usprawnieniem	Sprawność po usprawnieniu
- sprawność wytwarzania - poprawa lub zmiana źródła ciepła - $\eta_g$	nie	0,97	0,97
- sprawność przesyłu - wymiana izolacji lub izolacja przewodów - $\eta_d$	tak	0,60	0,80
- sprawność wykorzystania - $\eta_w$	nie	1,00	1,00
- sprawność akumulacji - wymiana zasobnika c.w.u. na wysokosprawny - $\eta_s$	nie	0,86	0,86
- sprawność całkowita - $\eta_{cwu}$		0,50	0,67
- współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. - $k_R$		0,55	0,55
- czas użytkowania c.w.u. w ciągu roku - $t_R$		365	365
- montaż regulacji termostatycznej podpionowej zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ o 15% więc przyjęto - $\mu_{rp}$	tak	1,00	0,85
- montaż wysokowydajnych perlatorów zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ w granicach 15-85% więc przyjęto - $\mu_p$	tak	1,00	0,80
- montaż baterii jednouchwytowych zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ w granicach 20-30% więc przyjęto - $\mu_{bj}$	tak	1,00	0,80
- montaż baterii termostatycznych zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ o 50% więc przyjęto - $\mu_{bt}$	nie	1,00	1,00
- montaż baterii bezdotykowych zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ w granicach 30-60% więc przyjęto - $\mu_{bb}$	nie	1,00	1,00
- montaż regulatorów ciśnienia wody zimnej lub ciepłej zmniejsza zużycie wody $V_{j\text{sr}}$ o 15% więc przyjęto - $\mu_{rc}$	nie	1,00	1,00
Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. bez sprawności - $Q_{cwu}$	GJ/rok	83,88	45,63
Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. ze sprawnościami - $Q_{cwu}$	GJ/rok	167,58	68,37
Średnie zapotrzebowanie na moc grzewczą dla c.w.u. ze sprawnościami - $q_{\text{sr cwu}}$	MW	0,019324	0,007884
Roczne zużycie c.w.u. - $V_r$	m <sup>3</sup> /rok	444,862	242,005
Koszt dostarczenia wody zimnej dla potrzeb c.w.u. $C_w = V_r * O_w + 12 * Ab_w$	zł/rok	2 033,76	1 157,42
Całkowity koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> c.w.u. $C_{cwu} = [(Q_{cwu} * O_z + 12 * q_{\text{sr cwu}} * O_m) + C_w] / V_r$	zł/m <sup>3</sup>	24,86	20,00
Roczna oszczędność kosztów przygotowania c.w.u. $\Delta O_{r\text{ cwu}} = (x_0 * Q_{0\text{ cwu}} * O_{0z} - x_1 * Q_{1\text{ cwu}} * O_{1z}) +$ $+ 12 * (y_0 * q_{0\text{ cwu}} * O_{0m} - y_1 * q_{1\text{ cwu}} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1) + C_{w0} - C_{w1}$	zł/rok		6 220,67
Planowany koszt robót - $N_{cwu}$	zł		46 000
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{cwu} / \Delta O_{r\text{ cwu}}$	lat		7,39

W instalacji ciepłej wody i cyrkulacji wykonać następujące prace:	Szacunkowa wartość
- wymiana całej instalacji c.w.u. z rur stalowych na rury PP-R stabilizowane włóknem szklanym (montaż rur podtynkowy w brzdach)	8 000
- wymiana istniejącej niepełnej instalacji cyrkulacyjnej na kompletną z rur PP-R stabilizowanych włóknem szklanym (montaż rur podtynkowy w brzdach)	6 000
- baterie unywalkowe jednouchwytowe energooszczędna	12 000
- wysokowydajne perlatory o stopniu oszczędności 80% montowane na bateriach unywalkowych jednouchwytowych	500
- termostatyczne zawory podpionowe w komplecie z filtrem siatkowym i 2 zaworami odcinającymi	3 500
- izolacja cieplna rurociągów	10 000
- robocizna	6 000
<b>Razem</b>	<b>46 000</b>

Uwaga - w węźle cieplnym przewidzieć zabezpieczenie dla instalacji wykonanej z tworzywa przed wysoką temperaturą

### 8.1.8 Modernizacja - wymiana instalacji c.o.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego zapotrzebowanie energii cieplnej dla c.o.			
Wyszczególnienie	Wybór tak / nie	Sprawność przed usprawnieniem	Sprawność po usprawnieniu
- sprawność wytwarzania (poprawa lub wymiana źródła ciepła) - $\eta_g$	nie	0,99	0,99
- sprawność przesyłu (wymiana izolacji lub izolacja przewodów) - $\eta_d$	tak	0,92	0,98
- sprawność regulacji i wykorzystania (montaż automatyki pogodowej, podpionowej i miejscowej) - $\eta_e$	tak	0,85	0,98
- sprawność akumulacji (brak, montaż lub wymiana zasobnika buforowego) - $\eta_s$	nie	1,00	1,00
- sprawność całkowita - $\eta_{co}$		0,77	0,95
- przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia - $w_t$	nie	0,85	0,85
- przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby (montaż termostatów, podzielników kosztów lub liczników ciepła) - $w_d$	nie	0,95	0,95
Omówienie			
Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla c.o. bez sprawności - $Q_{co}$	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
	GJ/rok	1 105,90	1 105,90
Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla c.o. ze sprawnościami - $Q_{co}$	GJ/rok	1 153,50	939,23
Zapotrzebowanie na moc grzewczą dla c.o. (w razie z docieplenia rur wartości się różnią) - $q_{co}$	MW	0,284459	0,284459
Roczna oszczędność kosztów przygotowania c.o. $\Delta O_{rco} = (x_0 * Q_{0co} * O_{0z} - x_1 * Q_{1co} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0co} * O_{0m} - y_1 * q_{1co} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		9 060,87
Planowany koszt robót - $N_{co}$	zł		360 000
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_{co} / \Delta O_{rco}$	lat		39,73

W instalacji c.o. należy wykonać następujące prace:	Szacunkowa wartość brutto
- wymiana wszystkich rur od węzła ciepłego do grzejników na rury stalowe zaprasowywane Steel Press	52 000
- zawory i głowice termostatyczne oraz zawory powrotne przygrzejnikowe	51 000
- wymiana grzejników na aluminiowe	87 000
- regulacyjne zawory podpionowe w komplecie z filtrem siatkowym i 2 zaworami odcinającymi	70 000
- izolacja cieplna rurociągów poziomych w kanałach podłogowych od węzła ciepłego do pionów	25 000
- ekrany zagrzejnikowe	5 000
- robocizna	70 000
<b>Razem</b>	<b>360 000</b>

### 8.2 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat ciepła uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT			
L.p.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego	Szacunkowe koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1	Docieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym (szkoła)	88 400	2,17
2	Wymiana drzwi (węzeł cieplny)	1 200	7,33
3	Modernizacja - wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji	46 000	7,39
4	Docieplenie stropodachu (łącznik)	14 300	7,77
5	Docieplenie ściany zewnętrznej (łącznik)	26 600	13,53
6	Docieplenie ściany zewnętrznej szczytowej (szkoła)	133 000	17,42
7	Docieplenie ściany zewnętrznej podłużnej (szkoła)	242 200	25,21
8	Wymiana okien (pozostałych)	161 600	25,34
9	Wymiana okien (wymienionych)	288 800	115,12

Uwaga! Modernizacja instalacji c.o. jest podstawowym wariantem więc nie podlega uszeregowaniu

### 8.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów pod kątem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

### 8.3.1 Określenie wariantów i kosztów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Zakres ulepszeń termomodernizacyjnych	Wariant									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Modernizacja - wymiana instalacji c.o.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Docieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym (szkoła)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Wymiana drzwi (węzeł cieplny)	x	x	x	x	x	x	x	x		
Modernizacja - wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji	x	x	x	x	x	x	x			
Docieplenie stropodachu (łącznik)	x	x	x	x	x	x				
Docieplenie ściany zewnętrznej (łącznik)	x	x	x	x	x					
Docieplenie ściany zewnętrznej szczytowej (szkoła)	x	x	x	x						
Docieplenie ściany zewnętrznej podłużnej (szkoła)	x	x	x							
Wymiana okien (pozostałych)	x	x								
Wymiana okien (wymienionych)	x									

Szacunkowe (prawdopodobne, przewidywane) koszty brutto termomodernizacji			
Wariant	Wartość prac termomodernizacyjnych N <sub>t</sub> [zł]	Wartość dokumentacji technicznej N <sub>d</sub> [zł]	Koszty całkowite N <sub>c</sub> [zł]
I	1 362 100	33 000	1 395 100
II	1 073 300	33 000	1 106 300
III	911 700	33 000	944 700
IV	669 500	33 000	702 500
V	536 500	33 000	569 500
VI	509 900	33 000	542 900
VII	495 600	16 000	511 600
VIII	449 600	12 000	461 600
IX	448 400	12 000	460 400
X	360 000	9 000	369 000

Audyt energetyczny określa szacunkowe nakłady inwestycyjne, a nie dokładne. Precyzyjne koszty inwestycji są zawsze określane na podstawie kosztorysów, które wykonuje się wg projektów poszczególnych branż. Projekty branżowe muszą powstać na bazie informacji i wytycznych zawartych w audycie energetycznym.

Cena dokumentacji technicznej obejmuje: audyt energetyczny, projekty branżowe, kosztorysy i wymagane przepisami uzgodnienia projektów oraz nadzory budowlane - cena adekwatna w zależności od wariantu

### 8.3.2 Obliczeniowe zużycie ciepła wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Wyniki obliczeń wykonanych w programie OZC 6.1 Pro		
Nr wariantu	Obliczeniowe zużycie ciepła bez sprawności [GJ]	Obliczeniowa moc grzewcza [MW]
I	567,40	0,194699
II	576,86	0,200434
III	653,99	0,211708
IV	786,84	0,233725
V	892,87	0,249896
VI	922,48	0,254291
VII	952,13	0,258535
VIII	952,13	0,258535
IX	955,13	0,258964
X	1 105,90	0,284459
stan istniejący	1 105,90	0,284459

8.3.3 Oszczędności i koszty wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego															
Wyszczególnienie		Stan przed termomodernizacją				Stan po termomodernizacji									
Całkowite zapotrzebowanie energii cieplnej [GJ/a]		$Q_0 = (W_{01} * W_{01} * Q_{0co} / \eta_{pco}) + (\eta_{p0} * \eta_{p0} * \eta_{p0} * Q_{0cw} / \eta_{pcw})$				$Q_1 = (W_{11} * W_{11} * Q_{1co} / \eta_{pco}) + (\eta_{p1} * \eta_{p1} * \eta_{p1} * Q_{1cw} / \eta_{pcw})$									
Całkowite zapotrzebowanie mocy grzewczej [MW]		$q_0 = q_{0co} + q_{0cw}$				$q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$									
Opłata roczna [zł/rok]		$O_{0r} = Q_0 * O_{0z} + 12 * q_0 * O_{0m} + 12 * A_{0z} + V_{0z} * O_{0z} + 12 * A_{0z}$				$O_{1r} = Q_1 * O_{1z} + 12 * q_1 * O_{1m} + 12 * A_{1z} + V_{1z} * O_{1z} + 12 * A_{1z}$									
Oszczędności kosztów ciepła [zł/rok]		$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r}$													
Nr wariantu	Zapotrzebowanie energii cieplnej dla c.o. (bez sprawności) $Q_{0co}, Q_{1co}$ [GJ/a]	Zapotrzebowanie mocy grzewczej dla c.o. $q_{0co}, q_{1co}$ [MW]	Współczynniki sprawności dla c.o. $W_{01}, W_{11}, W_{0z}, W_{1z}$	Zapotrzebowanie energii cieplnej dla c.o. (ze sprawności) $Q_{0co}, Q_{1co}$ [GJ/a]	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w.u. $V_{0z}, V_{1z}$ [m <sup>3</sup> /d]	Roczne zużycie c.w.u. $V_{0z}, V_{1z}$ [m <sup>3</sup> /rok]	Współczynniki sprawności dla c.w.u. $\eta_{p0}, \eta_{p1}$	Zapotrzebowanie energii cieplnej dla c.w.u. (ze sprawności) $Q_{0cw}, Q_{1cw}$ [GJ/a]	Zapotrzebowanie mocy grzewczej dla c.w.u. $q_{0cw}, q_{1cw}$ [MW]	Całkowite zapotrzebowanie energii cieplnej (ze sprawności) $Q_0, Q_1$ [GJ/a]	Całkowite zapotrzebowanie mocy grzewczej $q_0, q_1$ [MW]	Opłata roczna $O_{0r}, O_{1r}$ [zł]	Roczne oszczędności kosztów ciepła i c.w.u. $\Delta O_r$ [zł/a]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię ciepłą (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Planowany koszt całkowity inwestycji $N_c$ [zł]
stan istniejący	1 105,90	0,204459	0,85 0,95 0,77	1 153,50	0,8	444,862	1,00 1,00 1,00 0,50	167,58	0,019324	1 321,08	0,303783	88 411,52	x	x	x
I	567,40	0,194699		481,89	0,4352	242,005		68,37	0,007884	550,26	0,202583	44 774,45	43 637,06	58,35%	1 395 100
II	576,86	0,200454		489,92	0,4352	242,005		68,37	0,007884	558,29	0,208318	45 690,24	42 721,28	57,74%	1 106 300
III	653,99	0,211708		555,43	0,4352	242,005		68,37	0,007884	623,80	0,219592	49 597,69	38 818,83	52,78%	944 700
IV	786,84	0,233725	0,85	668,25	0,4352	242,005	0,85	68,37	0,007884	736,63	0,241609	56 575,34	31 836,18	44,24%	702 500
V	892,87	0,249896	0,95	758,30	0,4352	242,005	0,80	68,37	0,007884	826,68	0,257780	62 007,58	26 403,94	37,42%	569 500
VI	922,48	0,254291	0,95	783,45	0,4352	242,005	0,80	68,37	0,007884	851,83	0,262175	63 512,44	24 899,08	35,52%	542 900
VII	952,13	0,258535		808,63	0,4352	242,005	0,67	68,37	0,007884	877,01	0,266419	65 005,57	23 407,94	33,61%	511 600
VIII	952,13	0,258535		808,63	0,8	444,862		167,58	0,019324	976,22	0,277859	71 224,25	17 187,27	26,10%	461 600
IX	955,13	0,258964		811,18	0,8	444,862		167,58	0,019324	978,76	0,278288	71 575,08	17 036,44	25,91%	460 400
X	1 105,90	0,204459		999,23	0,8	444,862		167,58	0,019324	1 106,81	0,303783	79 350,64	9 060,87	16,22%	369 000

8.3.4 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego													
Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowany koszt całkowity inwestycji N <sub>c</sub> [zł]	Roczna oszczędność energii cieplnej [GJ/rok]	Roczna oszczędność kosztów energii cieplnej i c.w.u. na energię ciepłą ΔO <sub>r</sub> [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię ciepłą [%]	Wkład własny [zł] [%]	Optymalna kwota kredytu [zł] [%]		Premia termomodernizacyjna			SPBT [lata] (kryterium niewymagane)	Uwagi
							20% kredytu [zł]	max. 16% kosztów całkowitych [zł]	max. 2-krotność rocznej oszczędności kosztów energii cieplnej [zł]	Warunek spełniony > 25 %	Warunek spełniony > 25 %		
I	jak niżej + wymiana okien (wymienionych)	1 395 100	770,82	43 637,06	58,35%	976 570 70%	418 530 30%	83 706	223 215,95	87 274,13	31,97	Warunek spełniony > 25 %	
II	jak niżej + wymiana okien (pozostałych)	1 106 300	762,79	42 721,28	57,74%	774 410 70%	331 890 30%	66 378	177 007,95	85 442,56	25,90	Warunek spełniony > 25 %	
III	jak niżej + docieplenie ściany zewnętrznej podłuznej (szkoła)	944 700	697,28	38 818,83	52,78%	661 290 70%	283 410 30%	56 682	151 151,95	77 637,65	24,34	Warunek spełniony > 25 %	
IV	jak niżej + docieplenie ściany zewnętrznej szczytowej (szkoła)	702 500	584,45	31 836,18	44,24%	491 750 70%	210 750 30%	42 150	112 399,95	63 672,36	22,07	Warunek spełniony > 25 %	
V	jak niżej + docieplenie ściany zewnętrznej (łącznik)	569 500	494,40	26 403,94	37,42%	398 650 70%	170 850 30%	34 170	91 119,95	52 807,89	21,57	Warunek spełniony > 25 %	
VI	jak niżej + docieplenie stropodachu (łącznik)	542 900	469,25	24 899,08	35,52%	380 030 70%	162 870 30%	32 574	86 863,95	49 798,16	21,80	Warunek spełniony > 25 %	
VII	jak niżej + modernizacja instalacji c.w.u. i cyrkulacji	511 600	444,07	23 407,94	33,61%	358 120 70%	153 480 30%	30 696	81 855,95	46 815,89	21,86	Warunek spełniony > 25 %	
VIII	jak niżej + wymiana drzwi (węzeł ciepły)	461 600	344,86	17 187,27	26,10%	323 120 70%	138 480 30%	27 696	73 855,95	34 374,55	26,86	Warunek spełniony > 25 %	
IX	jak niżej + docieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym (szkoła)	460 400	342,32	17 036,44	25,91%	322 280 70%	138 120 30%	27 624	73 663,95	34 072,88	27,02	Warunek spełniony > 25 %	
X	modernizacja instalacji c.o.	369 000	214,27	9 060,87	16,22%	258 300 70%	110 700 30%	22 140	59 039,95	18 121,75	40,72	Warunek spełniony > 15 %	

Wybrano wariant I ze względu na konieczność dostosowania wszystkich przegród zewnętrznych do obowiązujących przepisów. Poza tym występuje tu największa roczna oszczędność energii i największa premia termomodernizacyjna, którą pokazano zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów. Prosty czas zwrotu nakładów (SPBT) nie stanowi kryterium wyboru i zamieszczono go orientacyjnie.

### 8.3.5 Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wskazany został **wariant nr 1** obejmujący:

- docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
- docieplenie ścian zewnętrznych łącznika
- wymianę okien i drzwi wejściowych
- wymianę drzwi do węzła cieplnego
- docieplenie stropodachu łącznika
- docieplenie stropu poddasza szkoły
- wymianę instalacji c.o.
- wymianę instalacji c.w.u. i cyrkulacji

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe, tzn. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 58,35 %, czyli powyżej 25 %.

## 9 Opis techniczny i charakterystyka finansowa optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 9.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać n/w prace:

1. Docieplenie ścian zewnętrznych metodą lekką - moką styropianem o grubości 17 cm. Powierzchnia do docieplenia wynosi 1.435 m<sup>2</sup>, a jego koszt wynosi 401.800 zł
2. Wymiana okien i drzwi wejściowych o współczynniku przenikania ciepła 1,1 W/m<sup>2</sup>\*K. Powierzchnia wymiany wynosi 563 m<sup>2</sup>, a jej koszt wynosi 450.400 zł
3. Wymiana drzwi do węzła cieplnego o współczynniku przenikania ciepła 1,3 W/m<sup>2</sup>\*K. Powierzchnia wymiany wynosi 2 m<sup>2</sup>, a jej koszt wynosi 1.200 zł
4. Docieplenie stropodachu łącznika metodą lekką – suchą poprzez ułożenie twardej wełny mineralnej o grubości 25 cm i pokryciu podwójną warstwą papy termozgrzewalnej - podkładową oraz nawierzchniową. Powierzchnia do docieplenia wynosi 65 m<sup>2</sup>, a jego koszt wynosi 14.300 zł
5. Docieplenie stropu poddasza nieogrzewanego szkoły poprzez ułożenie twardej wełny mineralnej grubości 25 cm i pokryciu płytą OSB. Powierzchnia do docieplenia wynosi 680 m<sup>2</sup>, a jego koszt wynosi 88.400 zł
6. Wymiana instalacji c.w.u. i cyrkulacji wraz z jej ociepleniem i montażem baterii umywalkowych jednouchwytowych z wysokowydajnymi perlatorami, a także montażem regulacji podpionowej. Koszt wymiany wynosi 46.000 zł
7. Wymiana instalacji c.o. i wraz z jej ociepleniem i wymianą grzejników, montażem głowic i zaworów termostatycznych i powrotnych, montażem regulacji podpionowej i ekranów zagrzejnikowych. Koszt wymiany wynosi 360.000 zł

Do powyższych prac należy dodać cenę za dokumentację techniczną, uzgodnienia i nadzory budowlane o wartości szacunkowej 33.000 zł

## 9.2 Charakterystyka finansowa

Szacunkowy koszt robót z dokumentacją techniczną, audytem, nadzorami	-	<b>1.395.100 zł</b>
Udział środków własnych Inwestora (wg informacji Inwestora jest to 70%)	-	<b>976.570 zł</b>
Kredyt bankowy, dotacja, dofinansowanie	-	<b>418.530 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna (bank BGK)	-	<b>83.706 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (kryterium niewymagane)	-	<b>31,97 lat</b>

## 9.3 Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termo modernizacyjną (bank BGK)
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## 10 Załączniki

### 10.1 Wyniki obliczeń z programu OZC Pro 6.1

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zespół Szkół Technicznych 70 - Budynek główny i łącznik do sali	
Miejscowość:	09 - 400 Płock	
Adres:	ul. Kilińskiego 4	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2 770	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku VH:	9 000	m <sup>3</sup>
Obliczeniowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	188 009	W
Obliczeniowa strata ciepła na wentylację $\Phi_V$ :	27 200	W
Całkowita obliczeniowa strata ciepła $\Phi$ :	215 209	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	69 250	W
Obliczeniowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	284 459	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	102,69	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	31,61	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1 021	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,2	1/h
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	2 000	m <sup>3</sup> /h
Strumień powietrza wentylacyjnego - ogrzewanie $V_v, H$ :	2 000	m <sup>3</sup> /h
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1 105,90	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	307 194	kWh/rok
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	399,2	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	110,9	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	122,9	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	34,1	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)



**10.2 Wskaźnik  $EP_{H+W}$**

<b>Częstkowe max. wartości wskaźnika <math>EP_{H+W}</math> na potrzeby ogrzewania, wentylacji i c.w.u. [<math>kWh/(m^2 \cdot rok)</math>]</b>			
<i>Rodzaje budynków</i>	<i>Okres obowiązywania</i>		
	<i>od 2014 r.</i>	<i>od 2017 r.</i>	<i>od 2021 r.</i>
<i>Budynek mieszkalny jednorodzinny</i>	120	95	70
<i>Budynek mieszkalny wielorodzinny</i>	105	85	65
<i>Budynek zamieszkania zbiorowego</i>	95	85	75
<i>Budynek użyteczności publicznej - opieka zdrowotna</i>	390	290	190
<i>Budynek użyteczności publicznej - pozostałe</i>	65	60	45
<i>Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny</i>	110	90	70
<b>Po wykonaniu termomodernizacji wskaźnik <math>EP_{H+W}</math> wyniesie 56,90 <math>kWh/(m^2 \cdot rok)</math> czyli będzie niższy od max. wskaźnika obowiązującego od 2017 r.</b>			

Aby uzyskać wskaźnik  $EP_{H+W}$  poniżej wartości max. dla 2021 r. należy w następnym etapie termomodernizacji wykonać wymianę okien.

Wskaźnik  $EP_{H+W}$  należy zweryfikować w 2021 r. na podstawie faktycznego zużycia ciepła. Na chwilę obecną i do 2021 r. wskaźnik ten jest niższy od wymaganego.



KRAJOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII SA

ul. Nowogrodzka 35/41, 00-691 Warszawa

# ŚWIADECTWO

*SEREMET JAROSKAW*

ur. 15.06.1971 w Płocku

w wyniku postępowania kwalifikacyjnego uzyskał status

audytora energetycznego KAPE SA

w specjalności:

*budynki mieszkalne i użyteczności publicznej*

Wpisano do rejestru audytorów pod numerem **0114**

  
Tadeusz Skoczkowski

Prezes

Warszawa, 10 czerwca 2000 r.