

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

NIP: 957-073-72-51
REGON: 220480923
tel. 608-06-26-74
www.ager.net.pl

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU PRZEDSZKOLA NR 8 Z ODDZIAŁAMI INTEGRACYJNYMI W TCZEWIE

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w
trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r.

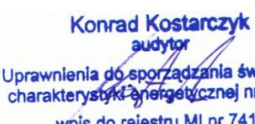
"O wspieraniu termomodernizacji i remontów"



Adres budynku	ulica: ul. Jodłowa 6 kod: 83-110 powiat: tczewski województwo: Pomorskie	mięscowość Tczew
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Konrad Kostarczyk tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania 08/2015 data opracowania 09/10/2015	

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

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU																				
1.1 Rodzaj budynku	Przedszkole	1.2 Rok budowy 1986																		
1.3 Inwestor	Gmina Miejska Tczew pl. J. Piłsudskiego 1 kod 83-110 Tczew tel. 58 77 59 313 REGON 191675273	1.4 Adres budynku ul. Jodłowa 6 Tczew powiat tczewski Województwo Pomorskie																		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:																				
Firma: AGER Konrad Kostarczyk, ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica REGON: 220480923																				
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:																				
Konrad Kostarczyk, adres ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica tel. 608-06-26-74 Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 1175 <div style="text-align: right;">  Konrad Kostarczyk audytor Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr 12131 wpis do rejestru MI nr 7411 </div>																				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,																				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego																		
1.																				
2.																				
3.																				
5. Miejscowość Kobylnica data wykonania opracowania 09/10/2015																				
6. Spis treści																				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. Strona tytułowa</td> <td style="text-align: right;">strona 2</td> </tr> <tr> <td>2. Karta audytu energetycznego</td> <td style="text-align: right;">strona 3</td> </tr> <tr> <td>3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku</td> <td style="text-align: right;">strona 5</td> </tr> <tr> <td>4. Ocena stanu technicznego budynku</td> <td style="text-align: right;">strona 12</td> </tr> <tr> <td>5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych</td> <td style="text-align: right;">strona 14</td> </tr> <tr> <td>6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td style="text-align: right;">strona 33</td> </tr> <tr> <td>7. Opis wariantu optymalnego</td> <td style="text-align: right;">strona 36</td> </tr> <tr> <td>8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td style="text-align: right;">strona 37</td> </tr> <tr> <td>9. Załączniki do audytu</td> <td style="text-align: right;">strona 39</td> </tr> </table>			1. Strona tytułowa	strona 2	2. Karta audytu energetycznego	strona 3	3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 5	4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 12	5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 14	6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 33	7. Opis wariantu optymalnego	strona 36	8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 37	9. Załączniki do audytu	strona 39
1. Strona tytułowa	strona 2																			
2. Karta audytu energetycznego	strona 3																			
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 5																			
4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 12																			
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 14																			
6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 33																			
7. Opis wariantu optymalnego	strona 36																			
8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 37																			
9. Załączniki do audytu	strona 39																			

2. Karta audytu energetycznego budynku**1. Dane ogólne**

1.	Konstrukcja/ technologia budynku	system ZSBO
2.	liczba kondygnacji	2 kondygnacje + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10 430
4.	Kubatura wentylowana części ogrzewanej [m ³]	7001,2
5.	Powierzchnia użytkowa budynku netto [m ²]	2 522
6.	Liczba osób użytkujących budynek	198 dzieci
7.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie w węźle cieplnym
8.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny zasilany z GEPEC Tczew
9.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,40
10.	Inne dane charakteryzujące budynek	-

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m²K]

		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 37cm	0,71
		ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 49cm	0,56
		ściana zewnętrzna piwnicy	0,80
		Ściana zewnętrzna przy gruncie 30,0 cm	0,52
			0,12
2.	Dach / stropodach/ podcień	Stropodach główny wentylowany	0,37
		stropodach nad piwnicą pod wejściem	1,26
		stropodach nad wejściem głównym	0,54
3.	podłoga na gruncie	Podłoga w piwnicy 16,5 cm	0,39
4.	Okna/ naświetla dachowe	Okna zewnętrzne drewniane	2,60
		Okna zewnętrzne drewniane w piwnicy	2,60
		Okna zewnętrzne PCV	1,55
		Okna zewnętrzne PCV w piwnicy	1,67
5.	Drzwi / bramy	Drzwi zewnętrzne PCV	1,50
		Drzwi zewnętrzne drewniane	5,10
		Drzwi zewnętrzne metalowe	5,60
		Drzwi zewnętrzne metalowe izolowane	1,70

3. Sprawności składowe systemu ogrzewania

1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,93
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,85	0,90
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95

4. Charakterystyka systemu wentylacji		
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi / kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	10 837
4.	Średnia liczba wymian [l/h]	1,5
5. Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	224,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	6,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	808,54
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1136,5
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	103,2
6a	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i produkcję CWU na podstawie faktur za ciepło z okresu 3 lat (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - [GJ/rok]	1 120
7.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	21,53
8.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ³ rok]	30,27
9.	Wyliczony wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	125,16
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Opłata za 1 GJ energii końcowej na ogrzewanie [zł]	58,9
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc **) [zł]	16 681
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	24,7
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc**) [zł]	16 681
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	3,66
6.	Opłata abonamentowa rocznie [zł]	0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
1.	Planowane koszty całkowite [zł]	1 076 532
2.	Planowana kwota kredytu [zł]	861 225
3.	Roczne zmniejszenie zapotrzeb. na energię [%]	60,8%
4.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	49 989
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]	99 977
6.	Średni wskaźnik SPBT [lat]	21,5

UWAGA!!!

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

2.1 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

- a) Dokumentacja projektowa:
 - Archiwalny projekt budowlany szkoły.
 - własna inwentaryzacja zewnętrzna budynku
 - własna dokumentacja fotograficzna
- b) Inne dokumenty
 - rachunki za ciepło

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- o Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 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 charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2014 poz. 888). Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*
- o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926.) Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- o Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- o PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
- o PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach- Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
- o Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- o PN-EN ISO 13790:2009, „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

2.2 Osoby udzielające informacji

- dyrektor przedszkola
Pani Jolanta Jank

- Konserwator szkoły
Pan Mirek

- z-ca dyrektora przedszkola
Pani Hanna Madeja

2.3 Daty wizji lokalnej

wrzesień

październik

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

- Celem audytu jest uzyskanie możliwych oszczędności w użytkowaniu budynku.

- W ramach audytu dokonać oceny efektywności następujących usprawnień

- ocieplenie ścian piwnicy przy gruncie,
- ocieplenie wszystkich przegród zewnętrznych, które tego wymagają.
- wymiana starych okien drewnianych;
- wymiana starych grzejników na nowe

- nie rozpatrywać ocieplenia podłóg na gruncie (ze względu na problemy techniczne w wykonaniu)

-

ze względu na wygląd budynku (układ okapów i otworów okiennych) ustalono, że dla przedsięwzięć ocieplenia ścian zewnętrznych, maksymalną możliwą do zastosowania grubością styropianu będzie 20cm.

2.5 Dodatkowe wytyczne do projektu termomodernizacji.

Biorąc pod uwagę zmieniające się w czasie przepisy zawarte w warunkach technicznych z 2014 roku, oraz to, że proces inwestycyjny od wykonania audytu do zakończenia prac termomodernizacyjnych, może się wydłużyć do roku 2019, postanowiono, że jako graniczne wartości dla modernizowanych przegród budowlanych należy przyjąć wymagania na rok 2019.

Rodzaj przegrody	Wymagania dla 2019 roku	
	wsp. U [W/(m ² *K)]	wsp. R [(m ² *K)/W]
ściana zewnętrzna	0,2	5
dachy i stropodachy	0,15	6,67
Okna przy t _i ≥ 16°C	0,9	1,11
Okna przy t _i < 16°C	1,4	0,71
Drzwi zewnętrzne	1,3	0,77

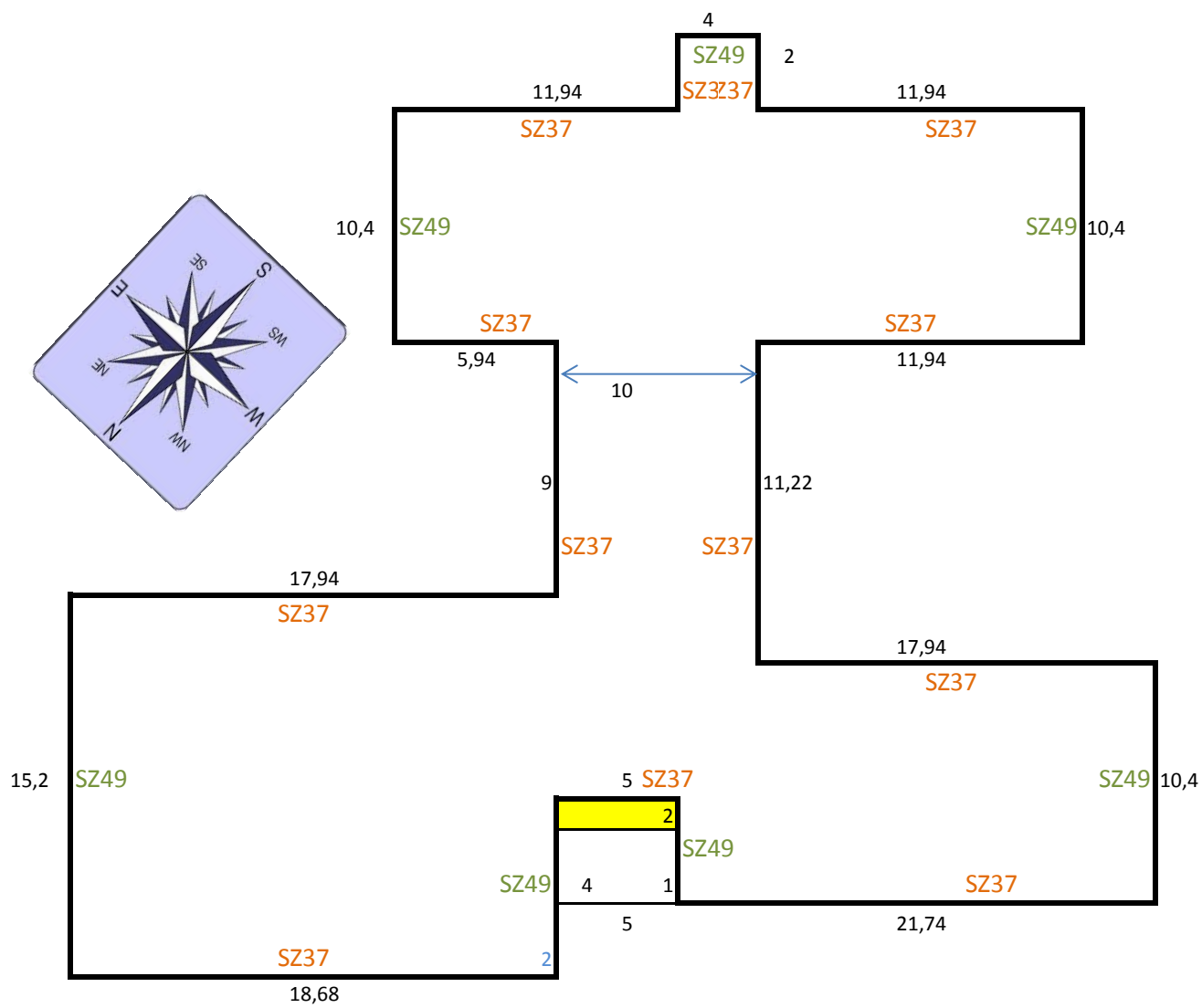
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.1. Ogólne dane o budynku

Własność - Gmina Miejska Tczew
Rodzaj budynku - Przedszkole
Adres - Tczew, ul. Jodłowa 6
Rok budowy - 1986
Rok zasiedlenia - 1987
Technologia budynku - system ZSBO

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	972	6	Budynek podpiwniczony	TAK
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	10 430	7	Współczynnik kształtu	0,40
3	Kubatura wentylowana budynku ²⁾ [m ³]	7001,2			
4	Średnia ważona wysokość kondygnacji [m]	3,00			
5	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części [m ²]	2 522			

3.2. Uproszczony schemat budynku



3.3. Opis istotnych elementów budynku

Budynek przedszkola powstał w 1986 roku zbudowany w technologii ZSBO. Od tego czasu wymieniono niemal wszystkie okna na okna PCV z szybą jednokomorową, oraz wymieniono część starych grzejników na nowe panelowe. Obecny stan techniczny jest zadowalający poza pokryciem stropodachów, które przeciekają. Dodatkowo termoizolacja stropodachu wentylowanego została mocno zniszczona przez ptaki, które wlatywały przez kratki wentylacyjne. Obecnie, po zamontowaniu kratki zabezpieczających ptaki już nie mają dostępu do przestrzeni wentylowanej. Budynek w całości jest podpiwniczony. CO oraz CWU wytwarzane jest w lokalnym węźle cieplnym zasilanym z ZEC Tczew. Oświetlenie wewnętrzne zostało w całości wymienione na nowe.

Zestawienie powierzchni zewnętrznych przegród budowlanych ogrzewanych pomieszczeń

Symbol	Opis przegrody	U [W/ (m ² · K)]	pow. przegrody Netto [m ²]
SZ37	ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 37cm	0,71	897,6
SZ49	ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 49cm	0,56	431,1
SZP	ściana zewnętrzna piwnicy	0,80	222,9
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie 30,0 cm	0,52	287,0
Razem ściany zewnętrzne			1 838,7
SD1	Stropodach główny wentylowany	0,37	953,3
SD2	stropodach nad piwnicą pod wejściem	1,26	7,1
SD3	stropodach nad wejściem głównym	0,54	11,4
PG	Podłoga w piwnicy 16,5 cm	0,39	971,7
Ogółem stropy, dachy i podłogi			1 943,4
ODREW	Okna zewnętrzne drewniane	2,60	35,8
ODREWP	Okna zewnętrzne drewniane w piwnicy	2,60	13,1
OPCV	Okna zewnętrzne PCV	1,55	303,7
OPCVP	Okna zewnętrzne PCV w piwnicy	1,67	2,7
DZPCV	Drzwi zewnętrzne PCV	1,50	8,6
DZDREW	Drzwi zewnętrzne drewniane	5,10	6,2
DZMET	Drzwi zewnętrzne metalowe	5,60	2,0
DZOC	Drzwi zewnętrzne metalowe izolowane	1,70	2,0
Ogółem okna i drzwi			374,0
Ogółem przegrody zewnętrzne , okna i drzwi			4 156,1
współczynnik kształtu		A= 4 156	A / V = 0,40
		V= 10 430	

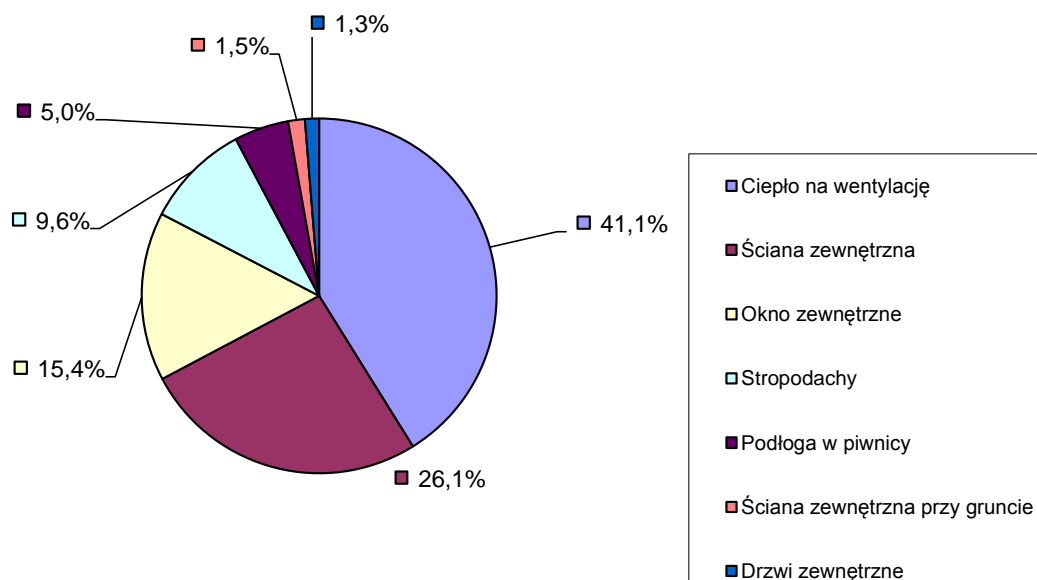
4. Dane energetyczne budynku

4.1. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	q [kW]	94,0
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u	q [kW]	30,0
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	q _{co} [kW]	224,9
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	q _{cw} [kW]	17,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H [GJ]	808,54
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	Q _S [GJ]	1136,5
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	E=Q _H /V [kWh/m ³ a]	21,5
8.	Taryfa opłat - ciepło z sieci ZEC Tczew (z VAT) taryfa K1-IW		
	opłata stała (sieciowa) miesięcznie	zł/MW/ m-c	16 681
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	41,89
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł/m-c	brak

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

Opis	%	GJ/Rok	kWh/rok
Ciepło na wentylację	41,1%	632,1	175 593
Ściana zewnętrzna	26,1%	401,2	111 447
Okno zewnętrzne	15,4%	236,4	65 668
Stropodachy	9,6%	147,4	40 943
Podłoga w piwnicy	5,0%	76,4	21 214
Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,5%	23,4	6 502
Drzwi zewnętrzne	1,3%	19,7	5 470
Razem	100,0%	1536,6	426 837



4.3. Wyniki ogólne analizy OZC z programu Audytor OZC

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt przedszkola nr 8 w Tczewie	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Jodłowa 6	
Projektant:	Konrad Kostarczyk	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3 ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2522,5	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	7001,2	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	90854	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	134081	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	224935	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	224935	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	89,2	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	32,1	W/m3

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1164,5	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	10837,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v, H :	10442,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie Q_H, nd :	808,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie Q_H, nd :	224594	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2522	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7001,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	320,5	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	89,0	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	115,5	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	32,1	kWh/ (m3 ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek jest jednolity konstrukcyjnie, zbudowany w technologii ZSBO. Ściany fundamentowe piwnic wykonane z betonu i żelbetu. Ocieplenie ścian piwnic stanowi wełna o grubości 4cm dociśnięta od wewnątrz cegłą kratówką. Ściany kondygnacji nadziemnych wykonane są z gazobetonu odmiany 600 na zaprawie cementowo-wapiennej. Ściany podłużne wykonano z gazobetonu grubości 37cm a ściany szczytowe z gazobetonu grubości 49. Budynek przykryty jest stropodachem wentylowanym z izolacją z wełny mineralnej o grubości 12cm. Stropy międzykondygnacyjne wykonane są z płyt żerańskich o grubości 24cm. Podłoga w piwnicy została ocieplona styropianem o grubości 2cm. Budynek nie został w późniejszym czasie docieplony.

Niemal wszystkie stare okna drewniane zostały wymienione na okna PCV. Pozostawiono niestety kilka okien drewnianych, które są nieszczelne i zimne. Dodatkowo w budynku znajdują się 3 drzwi drewniane i jedno metalowe, które również są zimne i nieszczelne.

5.2. System grzewczy CO

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł cieplny zasilany z ZEC Tczew. Przewody w węźle są zaizolowane. Ciepło rozprowadzane jest po budynku rurami stalowymi bez jakiegokolwiek izolacji cieplnej. Jednak same rury są w dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany. W przedszkolu znajdują się 22 grzejniki panelowe, 33 grzejniki żeberkowe, a sale dzieci oraz w saka gimnastyczna ogrzewana jest grzejnikami wykonanymi ze zwykłych rur stalowych łączonych po 12 sztuk. Wszystkie grzejniki są wyposażone w termostaty grzejnikowe. Dodatkowym problemem jest stary sterownik w węźle cieplnym, który nie ma możliwości ustawienia dobowych i weekendowych obniżen temperatury. Oznacza to, że budynek jest ogrzewany w równym stopniu przez całą dobę 7 dni w tygodniu.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

CWU dla celów sanitarnych również wytwarzana jest w węźle cieplnym. Instalacja wyposażona jest w system cyrkulacji, ale pracuje on 24h na dobę 7 dni w tygodniu, co generuje spore straty cieplne na dystrybucji.

5.4. System wentylacji

System wentylacji w przedszkolu opiera się na murowanych kominach wentylacyjnych. System działa sprawnie, nie obserwuje się zbytniego lub niedostatecznego wentylowania pomieszczeń. Jedynie w kuchni około 2009 roku została wykonana wentylacja mechaniczna w oparciu o centralę nawiewną oraz wywiewną, ale bez odzysku ciepła. Centrala działa bez zarzutu, i pracuje zaledwie 4 godziny 5 dni w tygodniu.

5.5. System oświetleniowy

Oświetlenie w budynku zostało w całości wymienione na nowe i nie wymaga żadnych zmian.

5.4. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

1	Przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste			
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m²·K)]	Możliwości i sposób poprawy
	SZ37	ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 37cm	0,71	Należy docieplić styropianem
	SZ49	ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 49cm	0,56	Należy docieplić styropianem
	SZP	ściana zewnętrzna piwnicy	0,80	Należy docieplić styropianem
	SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie 30,0 cm	0,52	Należy docieplić styropianem hydrofobowym
	SD1	Stropodach główny wentylowany	0,37	Należy docieplić styropianem od zewnątrz i wykonać nowe pokrycie
	SD2	stropodach nad piwnicą pod wejściem	1,26	Przegroda bardzo zimna należy docieplić od spodu wełną
	SD3	stropodach nad wejściem głównym	0,54	Należy docieplić styropapą od góry
2	Stolarka okienna i drzwiowa			
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m²·K)]	Możliwości i sposób poprawy
	ODREW	Okna zewnętrzne drewniane	2,60	Okna zimne i nieszczelne- należy wymienić na nowe
	ODREW P	Okna zewnętrzne drewniane w piwnicy	2,60	Okna zimne i nieszczelne- należy wymienić na nowe
	OPCV	Okna zewnętrzne PCV	1,55	Okna nowe i szczelne- brak wskazań do wymiany
	OPCV P	Okna zewnętrzne PCV w piwnicy	1,67	Okna nowe i szczelne- brak wskazań do wymiany
	DZPCV	Drzwi zewnętrzne PCV	1,50	Drzwi stosunkowo nowe i w miarę ciepłe- nie ma konieczności wymiany
	DZDREW	Drzwi zewnętrzne drewniane	5,10	Drzwi nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
	DZMET	Drzwi zewnętrzne metalowe	5,60	Drzwi nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
	DZOC	Drzwi zewnętrzne metalowe izolowane	1,70	Drzwi szczelne i w miarę ciepłe, wymiana nieopłacalna

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku ciąg dalszy		
3	Wentylacja	
	Opis	Możliwości i sposób poprawy
	Wentylacja grawitacyjna w budynku działa bez zarzutu, a niezbędna wentylacja w kuchni pracuje tylko około 20 godzin w tygodniu. Dzięki temu straty ciepłe z tego tytułu są nieznaczne.	nie ma potrzeby wprowadzania zmian.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej	
	Opis	Możliwości i sposób poprawy
5	Instalacja centralnego ogrzewania	
	Opis	Możliwości i sposób poprawy
	Wewnętrzna instalacja CO jest w dobrym stanie, lecz wymaga zaizolowania przewodów. Również częściowo stare grzejniki obniżają sprawność regulacji. Sterownik w węźle cieplnym jest stary i nie posiada funkcji zegara tygodniowego, dzięki któremu można by obniżyć parametry czynnika grzewczego poza godzinami pracy przedszkola.	Należy zaizolować wszystkie rury rozprowadzające ciepło i wymienić stare grzejniki na nowe. Dodatkowo należy wymienić sterownik w węźle cieplnym na nowy z funkcją programowania czasowego obniżenia parametrów cieplnych.
6	Instalacja oświetleniowa	
	Opis	Możliwości i sposób poprawy
	Oświetlenie jest nowo wymienione	brak potrzeby wprowadzania zmian.

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Symbol		Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
CO	1	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Modernizacja systemu dystrybucji i regulacji CO
A	2	Ocieplenie ściany zewnętrznej podłużnej z gazobetonu 37cm (SZ37)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	3	Ocieplenie ściany zewnętrznej szczytowej z gazobetonu 49cm (SZ49)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	4	Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy (SZP)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	5	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie (SZPG)	Ocieplenie styropianem hydrofobowym
	6	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	Ocieplenie styropianem od góry i zamiana na stropodach niewentylowany
	7	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą (pod wejściem)	ocieplenie wełną mineralną od spodu
	8	Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym	Ocieplenie styropapą od góry
B	9	Wymiana dziewięciu okien drewnianych na parterze i likwidacja jednego	Wymiana starych okien drewnianych na nowe PCV i zamurowanie jednego bloczkami gazobetonowymi.
	10	Wymiana okien drewnianych w piwnicy	Wymiana na nową stolarkę PCV
	11	Wymiana starych drewnianych drzwi zewnętrznych (3 szt.)	Wymiana na nowe drzwi metalowe- izolowane
	12	Wymiana starych drzwi metalowych prowadzących do węzła ciepłego	Wymiana na nowe drzwi metalowe- izolowane
C	13	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	zamontowanie tygodniowego sterownika pompy cyrkulacyjnej
	14	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	zamontowanie kolektorów słonecznych dla CWU

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
temperatura wewnętrzna w budynku $[t_{wo}]$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
temperatura wewnętrzna w piwnicy $[t_{wo}]$		15,8	15,8	$^{\circ}\text{C}$
minimalna temperatura zewnętrzna dla strefy II $[t_{zo}]$		-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych*	3890	3890	dzień \cdot K \cdot a
	dla ściany piwnicy przy gruncie	2572	2572	
	dla przegród zewnętrznych piwnicy	2937	2937	

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

Taryfa opłat - ciepło z sieci ZEC Tczew (z VAT) taryfa K1-IW					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
O_{0m} , O_{1m}	16 681	16 681	zł/MW/ m-c		16 681	16 681	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	41,89	41,89	zł/GJ		58,89	53,82	zł/GJ ⁽¹⁾
A_{b0} , A_{b1}	brak	brak	zł/m-c		0,00	0,00	zł/m-c
Wartość opałowa		35,94	Mj/l		sprawność systemu CO przed termomodernizacją		0,71
					sprawność systemu CO po termomodernizacji		0,78

* liczba stopniodni przyjęta jak dla stacji meteo Elbląg

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

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.2. - Ocieplenie ściany zewnętrznej podłużnej z gazobetonu 37cm (SZ37)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 897,6 \text{ m}^2$
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej $< 3 \text{ m}^2$ $A_{\text{okna}} = 52,9 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 950,5 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,71 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej wykonanej z gazobetonu o grubości 37cm, Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zejść na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ściana (tzw. ocieplenie węgarów).

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

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

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

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (max 20cm izolacji)

wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm większy niż dla wariantu 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,75	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,40	5,15	6,40	6,90
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	215,1	58,5	47,1	43,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,024	0,007	0,005	0,005
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		12 761	13 693	13 971
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		181,00	188,00	190,80
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		172 034	178 688	181 349
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,48	13,05	12,98
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,71	0,194	0,156	0,145

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów, wydłużenie okapu itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 040 o grubości 20cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt : 178 688 zł	SPBT= 13,0 lat
---------------------------	---------------------------	-----------------------

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.3. - Ocieplenie ściany zewnętrznej szczytowej z gazobetonu 49cm (SZ49)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 431,1 \text{ m}^2$
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej < 3m² $A_{\text{okna}} = 21,2 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 452,3 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,56 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej wykonanej z gazobetonu o grubości 49cm, Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zejść na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ściana (tzw. ocieplenie węgarów).

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

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

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

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (max 20cm izolacji)

wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm większy niż dla wariantu 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,80	5,30	6,80	7,30
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	80,4	27,3	21,3	19,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,009	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		4 328	4 819	4 938
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		179,60	188,00	190,80
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		81 235	85 035	86 301
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		18,77	17,65	17,48
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,56	0,189	0,147	0,137

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów, wydłużenie okapu itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 040 o grubości 20cm.

Wybrany wariant- 2

Koszt : 85 035 zł

SPBT=

17,6 lat

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.4. - Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy (SZP)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 222,9 \text{ m}^2$
 powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej $< 3 \text{ m}^2$ $A_{\text{okna}} = 21,9 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 244,9 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,80 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Ściana zewnętrzna piwnicy jest ścianą inną konstrukcyjnie niż ściana z gazobetonu parteru i piętra, ale licuje się z nią. Technologicznie ściana poniżej nie powinna mieć grubszego ocieplenia niż ściana powyżej. Zatem ograniczeniem maksymalnej grubości izolacji zastosowanej na tej przegrodzie będzie grubość izolacji jaką zastosujemy na ścianach gazobetonowych, a więc 20cm.

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku mozaikowym, żywicznym.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

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

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

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (max 20cm izolacji)

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,15	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,75	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,26	5,01	6,26	6,76
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	45,0	11,3	9,0	8,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,006	0,002	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 881	3 074	3 131
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		181,00	188,00	190,80
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		44 323	46 037	46 722
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		15,39	14,98	14,92
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,80	0,200	0,160	0,148

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, przedłużenie parapetów itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem EPS 040 o grubości 20cm.

Wybrany wariant- 2

Koszt : 46 037 zł

SPBT=

15,0 lat

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.5 - Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie (SZPG)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto) $A = 287,0 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 287,0 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,54 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Ocieplanie ścian części podziemnych wiąże się z wykonaniem wykopu wokół budynku. Zawsze wtedy istnieje ryzyko uszkodzenia istniejącej hydroizolacji ściany. Dlatego ocieplając ściany przy gruncie należy na nowo wykonać hydroizolację i zabezpieczyć przegrodę przed wodą gruntową wykonując dodatkowo opaskę drenażową, odprowadzoną do kanalizacji deszczowej, lub studni wyposażoną w pompę wypompowującą nadmiar wody.

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

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

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

Dodatkowym ograniczeniem maksymalnej grubości izolacji jest grubość styropianu na ścianie ponad gruntem, czyli 20cm. (patrz punkt 6.2.3) Ze względów technologicznych nie powinno się wykonywać wystających gzymsów na ścianie przy gruncie.

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ (W warunkach technicznych nie ma wymagań dla ściany przy gruncie)

wariant 2: o grubości warstwy o 7cm większej niż w wariantcie 1

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

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,08	0,15	0,18	0,2
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		2,78	5,12	6,12	6,78
3	Opór cieplny R- suma oporów przejmowania gruntu i przewodzenia (z programu Audytor OZC)	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,86	4,64	6,98	7,98	8,64
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	34,3	13,8	9,1	8,0	7,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,0052	0,0021	0,0014	0,0012	0,0011
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 837	2 249	2 351	2 406
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		591,60	610,50	618,60	624,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		169 807	175 232	177 557	179 107
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		92,458	77,914	75,516	74,439
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,54	0,22	0,14	0,13	0,12

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg danych porównawczych z innych obiektów.

Koszty robót dociepleniowych obejmują odkopanie ściany do fundamentów, oczyszczenie i osuszenie, założenie hydroizolacji, przyklejenie styropianu hydrofobowego, zabezpieczenie styropianu folią kubelkową wykonanie opaski drenażowej, zasypianie wykopu żwirem, ułożenie płyt chodnikowych przy ścianie ze spadkiem od budynku.

Biorąc pod uwagę ograniczenie technologiczne, najkorzystniejszy wariant zakłada ocieplenie ściany styropianem hydrofobowym o grubości 20 cm

Wybrany wariant- 3	Koszt : 177 557 zł	SPBT= 75,5 lat
---------------------------	---------------------------	-----------------------

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.6. - Ocieplenie stropodachu wentylowanego**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat **A** = 953,3 m²
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz}** = 953,3 m²
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody **U** = 0,37 [W/(m²·K)]

Opis wariantów usprawnienia

W związku z przeciekaniem stropodachów, nie można wykonać ich ocieplenia bez wykonania hydroizolacji. Najrozsądniej będzie połączyć prace ociepleniowe z pracami hydroizolacyjnymi. Należy zatem ocieplić górną warstwę stropodachu styropianem, i przykryć go wysokospecjalistyczną membraną z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix SKW. Ważnym jest by takie prace powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem.

Należy jednak pamiętać, że ocieplenie górnej warstwy stropodachu wentylowanego implikuje konieczność przerobienia go na stropodach niewentylowany, a więc likwidację otworów wentylacyjnych znajdujących się w ściankach kolankowych i wyprowadzenie kominków wentylacyjnych w kalenicy.

Rzędna attyki w stosunku do rzędnej płyt korytkowych przykrywających dach powoduje, iż **maksymalną możliwą do zaimplikowania warstwą izolacji jest 22cm**. Dlatego należy rozpatrzyć warianty docieplenia do maksymalnie 22cm izolacji.

Materiał izolacyjny: styropian dach/podłoga EPS 038 λ = 0,038 W/mK .

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

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (max 22cm izolacji)

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,16	0,22	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,21	5,79	6,05
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,68	6,89	8,47	8,73
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	119,5	46,5	37,8	36,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,014	0,005	0,004	0,004
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		5 952	6 658	6 751
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		253,60	266,20	268,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		241 749	253 760	255 762
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		40,618	38,112	37,884
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,37	0,15	0,12	0,11

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 24cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt : 253 760 zł	SPBT= 38,1 lat
---------------------------	--------------------------------	----------------------------

6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.7. - Ocieplenie stropodachu nad piwnicą (pod wejściem)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 7,1 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 7,1 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 1,26 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Stropodach nad piwnicą został pierwotnie ocieplony od spodu jedynie 2 cm styropianu. W związku z tym, że stropodach stanowi jednocześnie główne wejście do budynku, nie można ocieplić go od góry, a więc jedyną możliwością jest doklejenie od spodu dodatkowej warstwy izolacji

Materiał izolacyjny: wełna lamelowa o współczynniku $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

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

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

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

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,24	0,25	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		6,00	6,25	6,50
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	0,79	6,79	7,04	7,29
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	3,0	0,3	0,3	0,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		215	216	217
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		186,40	190,00	193,60
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1 314	1 340	1 365
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		6,125	6,214	6,304
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,26	0,15	0,14	0,14

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 24cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	1 314 zł	SPBT=	6,1 lat
---------------------------	----------------	-----------------	--------------	----------------

6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.8. - Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 11,4 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 11,4 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,54 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Daszek nad wejściem głównym do budynku jest jednocześnie stropodachem, który posiada obecnie słabą izolację. Tak niewielką powierzchnię najlepiej docieplić stosując styropian pokryty papą samorzęplącą oraz zgrzewalną.

Materiał izolacyjny: styropian dach/podłoga EPS 038 $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

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

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

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

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,2	0,25	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		5,26	6,58	6,84
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	1,86	7,12	8,44	8,70
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	2,1	0,5	0,5	0,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		124	131	132
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		222,00	232,50	234,60
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		2 522	2 641	2 665
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		20,381	20,230	20,240
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	0,54	0,14	0,12	0,11

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 25cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt : 2 641 zł	SPBT= 20,2 lat
---------------------------	-------------------------	-----------------------

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

Przedsięwzięcie B.9. - Wymiana dziewięciu okien drewnianych na parterze i likwidacja jednego

Dane: powierzchnia okna ogółem $A_{ok} = 35,84 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 330 \text{ m}^3/\text{h}$
 powierzchnia okna do zamurowania $1,84 \text{ m}^2$ $V_{obl} = \Psi * C_m$
 powierzchnia okien do wymiany $34,00 \text{ m}^2$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$
- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Pomimo wymiany większości okien w szkole, część okien nie zostało wymienionych. Dotyczy to okien w holu głównym oraz pojedynczego okna znajdującego się nad łazienką ogrodową. Okno to znajduje się nad sufitem podwieszonym w łazience i nie spełnia żadnej funkcji, dlatego należy je zlikwidować.

Charakterystyka okien przewidzianych do termomodernizacji

Lokalizacja	szer. [m]	wys. [m]	ilość	pow. [m2]	wytyczne
Okno nad łazienką ogrodową, orientacja SE	2,30	0,80	1	1,84	zlikwidować
Okna w holu głównym	2,33	1,72	5	20,04	wymienić
Okna w holu głównym	2,03	1,72	4	13,97	wymienić

Opis wariantów usprawnienia

Okna przewidziane do wymiany należy wymienić na nowe okna PCV, a okno nad łazienką ogrodową należy zamurować bloczkami gazobetonowymi, na które należy z zewnątrz przykleić styropian i wykończyć tynkiem mineralnym, zgodnie z wytycznymi zawartymi w punkcie 6.2.1

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

średnie ważone U_w dla okien = $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi = 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer U)

średnie ważone U_w dla okien = $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	0,85	0,80
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5} + Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	76,6	47,6	47,0
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0091	0,0054	0,0053
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{OK} + \Delta O_{RW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 456	2 503
6	Koszt zamurowania i wymiany okien N_{ok}	zł		35 554	39 057
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		14,5	15,6

Podstawa przyjętych wartości N_u

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

	cena za m2	ilość	wartość
wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$	1030	34,0	35 025 zł
wariant 2 : wymiana na okna o $U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	1133	34,0	38 527 zł
	cena za m2/szt.	ilość	wartość
wspólny koszt zamurowania okien gazobetonem, otynkowania z wewnątrz i docieplenia zgodnie z wartościami w usprawnieniu A.2	288,00	1,8	530 zł

Kosztorys na okna obejmuje cenę okna i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowego okna, zamurowanie otworów okiennych i ocieplenie zgodnie z przedsięwzięciem A.2

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PCV z szybą o współczynniku $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt : 35 554 zł	SPBT= 14,5 lat
--------------------	-------------------	----------------

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

Przedsięwzięcie B.10. - Wymiana okien drewnianych w piwnicy

Dane: powierzchnia istniejących okien $A_{ok} = 13,1 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 565 \text{ m}^3/\text{h}$
 powierzchnia okien do wymiany $13,1 \text{ m}^2$ $V_{obl} = \Psi * C_m$
 - stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$
 - okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

Niemal wszystkie (poza jednym) okna w piwnicy są stare drewniane i w bardzo złym stanie technicznym, dlatego kwalifikują się do wymiany na nowe okna PCV. W pomieszczeniach piwnicy panuje temperatura poniżej 16°. Zatem zgodnie z wymaganiami technicznymi na rok 2019 należy zastosować okna o współczynniku U nie gorszym niż 1,4 W/(m²*K)

wariant 1: okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer A)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = 1,22 W/m²*K

wariant 1: okna PCV z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer A)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = 0,98 W/m²*K

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	2,60	1,22	0,98
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	62,3	52,8	52,0
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0089	0,0070	0,0069
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		939	1 007
6	Koszt zamurowania i wymiany okien N_{ok}	zł		10 202	11 223
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		10,9	11,1

Podstawa przyjętych wartości N_u

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

	cena za m2	ilość	wartość
wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$	780	13,1	10 202 zł
wariant 2 : wymiana na okna o $U_w = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$	858	13,1	11 223 zł

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

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnego okna na okno PCV z szybą o współczynniku $U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ i profilem o współczynniku $U_f = 1,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt : 10 202 zł	SPBT= 10,9 lat
--------------------	-------------------	----------------

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

Przedsięwzięcie B.11. - Wymiana starych drewnianych drzwi zewnętrznych (3 szt.)

Dane: powierzchnia drzwi do wymiany $A_{ok} = 6,2 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 36 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V_{obl} = \Psi * C_m$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$
- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis usprawnienia

W budynku znajdują się trzy sztuki drzwi drewnianych, dwie znajdują się na poziomie piwnicy, a jedno na parterze od strony północno wschodniej. Wszystkie te drzwi są zimne i bardzo nieszczelne.

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

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	5,10	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,2	1,00
		C_m	1,4	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	15,6	6,9
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0019	0,0008
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		732
6	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		12 000
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		16,4

Podstawa przyjętych wartości N_U

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

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

Wybrany wariant	Koszt : 12 000 zł	SPBT= 16,4 lat
-----------------	-------------------	----------------

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

Przedsięwzięcie B.12. - Wymiana starych drzwi metalowych prowadzących do węzła ciepłego

Dane: powierzchnia drzwi do wymiany $A_{ok} = 2,0 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 120 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V_{obl} = \Psi * C_m$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$
- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Istniejące drzwi zewnętrzne prowadzące do pomieszczenia węzła ciepłego są to stare drzwi metalowe. Dodatkowo między futryną, a skrzydłem są duże szpary co powoduje bardzo dużą infiltrację zimnego powietrza.

Opis usprawnienia

W związku z tym, że drzwi te muszą być wytrzymałe, proponuje się wymienić je na drzwi metalowe izolowane, o parametrze izolacyjności cieplnej $U_c = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	5,60	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,3	1,00
		C_m	1,5	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	16,3	11,1
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0025	0,0015
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		508
6	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		4 000
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		7,9

Podstawa przyjętych wartości N_U

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

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

Wybrany wariant	Koszt : 4 000 zł	SPBT= 7,9 lat
-----------------	------------------	---------------

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

Przedsięwzięcie C.13. - Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej

Stan obecny

Ciepła woda na cele użytkowe wytwarzana jest w węźle cieplnym zasilanym z ZEC Tczew. Cały system działa poprawnie jednak pompa cyrkulacyjna posiada jedynie włącznik w skrzynce elektrycznej. W praktyce cyrkulacja CWU działa cały czas bez przerw.

Opis propozycji usprawnienia

Przedszkole pracuje (jest użytkowane) od poniedziałku do piątku w godzinach od 6 do 17 i tylko w tych godzinach potrzebna jest ciepła woda.

Aby sterować pompą cyrkulacyjną zgodnie z potrzebami wystarczy zamontować w skrzynce sterującej pracą pompy cyrkulacyjnej programator tygodniowy.

Dzięki temu będzie można zaprogramować pracę pompy tak by pracowała tylko w godzinach użytkowania budynku, a więc tylko 11 godzin w dni pracujące.

Analiza ekonomiczna usprawnienia

dane:

roczne zużycie zimnej wody w budynku	1088	m3
ilość użytkowników CWU	198	dzieci
orientacyjne zapotrzebowanie na CWU	7,00	l/os/doba
ilość dni szkolnych w roku	230	dni/rok
orientacyjne zapotrzebowanie na CWU	318,8	m3/rok
zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla CWU	16 696	kWh/rok

sprawności cząstkowe systemu CWU	obecnie	po zmianach
	węzeł cieplny	węzeł cieplny
sprawność wytwarzanie ciepła $\eta_{w,g}$	0,97	0,97
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	0,6	0,8
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania	1	1
Sprawność całkowita η_{tot}	0,58	0,78
udział w przygotowaniu CWU dla budynku	100%	100%
zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla CWU [kWh/rok]	28 687,5	21 515,6
zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla CWU [GJ/rok]	103	77
koszt energii dla źródła [pIn/GJ]	41,89	41,89

Obliczenie oszczędności dla produkcji ciepłej wody użytkowej

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	4 323	3 242
2.	Oszczędność	zł/a		1 081
3.	Koszt modernizacji	zł		400
4.	SPBT	lata		0,4

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Na podstawie średnich cen rynkowych urządzeń i robocizny

pozycja	wartość
robocizna	100
tygodniowy programator elektroniczny	300
suma	400

KOSZT	400 zł	SPBT	0,4 lat
--------------	--------	-------------	---------

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

Przedsięwzięcie C.14. - Wykorzystanie OZE w produkcji CWU

Stan obecny

Ciepła woda na cele użytkowe wytwarzana jest w 100% węźle cieplnym zasilanym z GPEC Tczew.

Opis propozycji usprawnienia

Centralny system przygotowania CWU daje możliwość wykorzystania dodatkowego źródła ciepła do produkcji CWU jakim są kolektory słoneczne.

Należy zastosować 24 kolektory płaskie z powierzchnią absorbera nie mniejszą niż 2,19 m²/ kolektor, oraz sprawnością optyczną nie mniejszą niż 80%. Do tego należy dobrać zasobniki CWU z jedną węzownicą o zwiększonej pojemności (mocy grzewczej) o łącznej pojemności 3500 l. Zasobniki powinny posiadać izolację termiczną z pianki poliuretanowej o grubości 10cm.

System należy podłączyć do istniejącego w następujący sposób: Zimna woda z sieci powinna wchodzić do zasobników ustawionych równolegle, a następnie z nich, wstępnie podgrzana woda przez kolektory przekazana jest do istniejącego wymiennika zasilanego z GPEC Tczew w celu ewentualnego dogrzania. Na wyjściu z zasobników należy zamontować mieszacz wody ciepłej i zimnej tak by woda trafiająca na węzeł miała temperaturę nie wyższą niż 55°C. Ma to zapobiec oparzeniu użytkowników. Ważne jest by wyjścia z poszczególnych zasobników były zrównoważone hydraulicznie, aby rozbiór CWU dokonywał się w sposób równomierny.

Analiza ekonomiczna usprawnienia

dane:

orientacyjne roczne zapotrzebowanie na CWU	318,8	m ³ /rok
zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla CWU	16 696	kWh/rok
zapotrzebowanie na ciepło końcowe (w węźle) dla CWU	28 687	kWh/rok

ilość kolektorów płaskich	24	szt.
ilość wytworzonej energii na kolektorach	29 136	kWh/rok
sprawność systemu CWU (dotycząca solarów)	72	%
ilość wytworzonej energii w zasobniku solarnym	20 978	kWh/rok
procent wykorzystania energii z zasobników w ciągu roku	70	%
ilość skonsumowanej energii z zasobników CWU	14 713	kWh/rok
sprawność przesyłu CWU od węzła do kranów	80	%
ilość wykorzystanej energii użytkowej z kolektorów	11 771	kWh/rok
Procentowe pokrycie energii użytkowej na przygotowanie CWU z kolektorów	70,50	%

koszt energii z węzła cieplnego	41,89	pln/GJ
koszt energii z węzła cieplnego	0,151	pln/kWh
wartość skonsumowanej energii cieplnej z kolektorów	2 217	pln/rok
Orientacyjny koszt inwestycji brutto	91 008	pln
prosty okres zwrotu z inwestycji SPBT	41,0	lat

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Przyjęto orientacyjne ceny rynkowe materiałów i robocizny na poszczególne składniki systemu.

materiał	ilość	cena jedn.	wartość
kolektor płaski	24	1642	39408
grupa pompowa	1	1000	1000
sterownik	1	600	600
zasobnik CWU solarny 1000l	3	11000	33000
zasobnik CWU solarny 500l	1	7000	7000
robocizna i pozostałe materiały	1	10000	10000
		suma	91008

KOSZT

91 008 zł

SPBT

41,0 lat

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

Lp.		Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty przedsięwzięcia	SPBT lata
1	C.13	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	400	0,40
2	A.7	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą (pod wejściem)	1 314	6,12
3	B.12	Wymiana starych drzwi metalowych prowadzących do węzła cieplnego	4 000	7,90
4	B.10	Wymiana okien drewnianych w piwnicy	10 202	10,90
5	A.2	Ocieplenie ściany zewnętrznej podłużnej z gazobetonu 37cm (SZ37)	178 688	13,05
6	B.9	Wymiana dziewięciu okien drewnianych na parterze i likwidacja jednego	35 554	14,50
7	A.4	Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy (SZP)	46 037	14,98
8	B.11	Wymiana starych drewnianych drzwi zewnętrznych (3 szt.)	12 000	16,40
9	A.3	Ocieplenie ściany zewnętrznej szczytowej z gazobetonu 49cm (SZ49)	85 035	17,65
10	A.8	Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym	2 641	20,23
11	A.6	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	253 760	38,11
12	C.14	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	91 008	41,05
13	A.5	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie (SZPG)	177 557	75,52
RAZEM			898 196	

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

Przedsięwzięcie CO.1. - Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

Dane:

zapotrzebowanie na ciepło Q_{0co}	= 808,54 GJ/a
zapotrzebowanie na moc grzewczą Φ_{HL}	= 224,94 kW
sprawność systemu CO w stanie obecnym η_0	= 0,71
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie doby w_{d0}	= 1
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia w_{t0}	= 1

Ciepło na potrzeby ogrzewania w stanie istniejącym wytwarzane jest w węźle cieplnym zasilanym z sieci ciepłowniczej GPEC Tczew. Węzeł jest własnością GPEC Tczew. Parametry pracy instalacji to 75/65. Instalacja w pomieszczeniu węzła jest bardzo dobrze zaizolowana otulinami z wełny mineralnej. Grzejniki w większości są żeberkowe i rurowe, lecz wyposażone w zawory termostaticzne. Rury rozprowadzające ciepło stalowe, spawane, bez izolacji, prowadzone po wierzchu. Instalacja jest w dobrym stanie technicznym.

Dodatkowym problemem jest stary sterownik w węźle cieplnym, który nie ma możliwości ustawienia dobowych i weekendowych obniżen temperatury. Oznacza to, że budynek jest ogrzewany w równym stopniu przez całą dobę 7 dni w tygodniu.

Całkowita sprawność systemu CO wynosi **0,71**

0	sprawności składowe systemu w stanie obecnym				Sprawność całkowita systemu w stanie obecnym	
	wytwarzania η_g	przesyłu η_d	wykorzystania η_e	akumulacji η_s	$w_t = 1,00$	$w_d = 1,00$
	0,93	0,90	0,85	1,00	$\eta_0 =$	0,71

Aby obniżyć koszty ogrzewania należy:

- zaizolować przewody CO doprowadzające ciepło do grzejników otuliną o grubościach zgodnych z WT
- Wymienić stare grzejniki żeberkowe oraz rurowe (w salach dzieci i w sali gimnastycznej) na nowe z elektronicznymi głowicami termostaticznymi
- Wymienić sterownik w węźle cieplnym na nowy z możliwością wprowadzenia tygodniowego programu grzania.

OPIS USPRAWNIEŃ

Wszystkie rury CO należy zaizolować oraz wymienić stare grzejniki żeberkowe i rurowe na nowe grzejniki konwektorowo-promiennikowe (np. Kermi therm X2)

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

Zawory termostaticzne nowych grzejników należy wyposażyć w elektroniczne głowice termostaticzne z zabezpieczeniem antykradzieżowym i programatorem tygodniowym. Umożliwi to dostosowanie temperatury w pomieszczeniach do czasu użytkowania budynku, a to oznacza dodatkowe oszczędności.

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

W porozumieniu z Zakładem Energetyki Ciepłej w Tczewie należy wymienić uszkodzony sterownik węzła cieplnego na nowy i ustawić w nim program grzania budynku dostosowany do czasu pracy obiektu (obniżenia temperatury dobowe i weekendowe).

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła - bez zmian	$\eta_g = 0,93$	$\eta_g = 0,93$
2	Przesyłanie ciepła - Zaizolowanie rur rozprowadzających ciepło.	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = \mathbf{0,93}$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego - Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe z elektronicznymi zaworami termostaticznymi, z blokadą nastawu.	$\eta_e = 0,85$	$\eta_e = \mathbf{0,90}$
4	Akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = \mathbf{0,71}$	$\eta_1 = \mathbf{0,78}$
6	obniżenie temperatury czynnika grzewczego w okresie tygodnia - wprowadzenie obniżenia temperatury w weekend	$w_t = 1,00$	$w_t = \mathbf{0,90}$
7	obniżenie temperatury czynnika grzewczego w ciągu doby - wprowadzenie obniżenia temperatury w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = \mathbf{0,95}$

Usprawnienie centralnego ogrzewania - WYLICZENIA KOSZTOWE

DANE Z INWENTARYZACJI:

orientacyjna długość przewodów CO (zasilanie i powrót)	800	mb
ilość grzejników żeberkowych do wymiany	33	szt.
ilość grzejników rurowych do wymiany	28	szt.

Ocena finansowa wdrożonego przedsięwzięcia			Stan istniejący	stan docelowy
Lp.	Opis	jedn.		
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	0,71	0,78
2	zapotrzebowanie na energię użytkową	GJ/rok	808,54	808,54
2	zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	1 136	889
3	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	0,90
4	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	0,95
5	oszczędność kosztów związana ze zmniejszeniem zapotrzebowania na GJ	zł/rok		10 386
6	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		125 892
7	SPBT	lata		12,1

Koszty przedsięwzięcia		jedn.	ilość	cena	koszt
1	Ocieplenie rur CO	mb	800	21,6	17 292
2	wymiana grzejników wraz z montażem elektronicznych głowic termostatycznych	szt.	61	1 400	85 400
3	wymiana sterownika w węźle cieplnym	szt.	1	3 200	3 200
4	Dodatkowe roboty budowlane				20 000
Razem					125 892
Koszty wykonania robót instalacyjnych zostały oszacowane z pomocą firmy DIOS Andrzej Bieszka.					
Wybrany wariant- 1		Koszt :	125 892 zł	SPBT=	12,1 lat

6.5. Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnych zalecanych do realizacji

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Koszty	SPBT lata	Inne koszty (proporcjonalnie)			Koszty wariantu ogółem
		zł		Koszty dokumentacji	Koszty nadzoru	Razem	
		zł	lata	zł	zł	zł	zł
1	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej	400	0,40	95	14	109	509
2	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą (pod wejściem)	1 314	6,12	310	47	357	1 671
3	Wymiana starych drzwi metalowych prowadzących do węzła cieplnego	4 000	7,90	945	142	1 087	5 087
4	Wymiana okien drewnianych w piwnicy	10 202	10,90	2 410	362	2 772	12 974
5	Ocieplenie ściany zewnętrznej podłużnej z gazobetonu 37cm (SZ37)	178 688	13,05	42 216	6 332	48 549	227 236
6	Wymiana dziewięciu okien drewnianych na parterze i likwidacja jednego	35 554	14,50	8 400	1 260	9 660	45 214
7	Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy (SZP)	46 037	14,98	10 877	1 631	12 508	58 545
8	Wymiana starych drewnianych drzwi zewnętrznych (3 szt.)	12 000	16,40	2 835	425	3 260	15 260
9	Ocieplenie ściany zewnętrznej szczytowej z gazobetonu 49cm (SZ49)	85 035	17,65	20 090	3 014	23 104	108 138
10	Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym	2 641	20,23	624	94	718	3 359
11	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	253 760	38,11	59 953	8 993	68 946	322 706
12	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU	91 008	41,05	21 501	3 225	24 727	115 735
13	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	125 892	12,12	29 743	4 461	34 204	160 096
Razem		846 532		200 000	30 000	230 000	1 076 532

Powyższe zestawienie zawiera listę usprawnień zalecanych do realizacji, uszeregowanych według współczynnika SPBT. Jak widać usprawnienie polegające na ociepleniu ścian piwnic przy grunie, ze względu na zbyt długi okres zwrotu, nie zostało przewidziane do realizacji.

7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.1.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

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

Cyrkulacja CWU	Zmniejszenie strat na dystrybucji ciepłej wody użytkowej
stropodach nad piwnicą	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą (pod wejściem)
drzwi metalowe	Wymiana starych drzwi metalowych prowadzących do węzła ciepłego
okna w piwnicy	Wymiana okien drewnianych w piwnicy
ściana podłużna SZ37	Ocieplenie ściany zewnętrznej podłużnej z gazobetonu 37cm (SZ37)
okna na parterze	Wymiana dziewięciu okien drewnianych na parterze i likwidacja jednego
ściana piwnicy	Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy (SZP)
drzwi drewniane	Wymiana starych drewnianych drzwi zewnętrznych (3 szt.)
ściana szczytowa SZ49	Ocieplenie ściany zewnętrznej szczytowej z gazobetonu 49cm (SZ49)
stropodach nad wejściem	Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym
stropodach główny	Ocieplenie stropodachu wentylowanego
kolektory słoneczne	Wykorzystanie OZE w produkcji CWU
modernizacja CO	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

7.1.2 Stworzenie macierzy dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu - koszty wariantu												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cyrkulacja CWU	509	509	509	509	509	509	509	509	509	509	509	509	
stropodach nad piwnicą	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671	1 671		
drzwi metalowe	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087	5 087			
okna w piwnicy	12 974	12 974	12 974	12 974	12 974	12 974	12 974	12 974	12 974				
ściana podłużna SZ37	227 236	227 236	227 236	227 236	227 236	227 236	227 236	227 236					
okna na parterze	45 214	45 214	45 214	45 214	45 214	45 214	45 214						
ściana piwnicy	58 545	58 545	58 545	58 545	58 545	58 545							
drzwi drewniane	15 260	15 260	15 260	15 260	15 260								
ściana szczytowa SZ49	108 138	108 138	108 138	108 138									
stropodach nad wejściem	3 359	3 359	3 359										
stropodach główny	322 706	322 706											
kolektory słoneczne	115 735												
modernizacja CO	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096	160 096
Koszt realizacji zł	1 076 532	960 797	638 091	634 732	526 593	511 333	452 788	407 574	180 337	167 363	162 276	160 605	160 096

7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Ogrzewanie budynku			Ciepła woda		Razem co + cw		Opłaty c.o.	Opłaty c.w.u.	Razem	Oszczędność ΔO_r	Koszt robót N
	Q_{oco}	q_{oco}	η_o	Q_{ocw}	q_{ocw}	Q_0	q_0	O_{co0}	O_{cw0}	O_{0r}		
	Q_{1co}	q_{1co}	η_1	Q_{1cw}	q_{1cw}	Q_1	q_1	O_{co1}	O_{cw1}	O_{1r}		
	GJ/a	kW	W_{d0}, W_{t0}	GJ/a	kW	GJ/a	kW	zł/a	zł/a	zł/a		
stan istn.	808,54	316,2	0,71 1,00 1,00	103,2	6,9	1239,7	323,1	110 897	7 880	143 814		
1	422,4	228,4	0,78 0,95 0,90	22,8	5,2	486,8	233,6	65 165	3 624	93 825	49 989	1 076 532
2	422,4	228,4	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	541,4	233,6	65 165	5 842	96 043	47 771	960 797
3	506,0	239,9	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	633,2	245,1	71 311	5 842	102 189	41 625	638 091
4	507,6	240,2	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	635,0	245,4	71 433	5 842	102 311	41 503	634 732
5	568,2	252,7	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	701,5	257,9	76 732	5 842	107 610	36 204	526 593
6	572,5	253,8	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	706,2	259,0	77 142	5 842	108 020	35 794	511 333
7	597,4	256,0	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	733,6	261,2	78 726	5 842	109 604	34 210	452 788
8	622,3	263,1	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	760,9	268,3	81 298	5 842	112 176	31 638	407 574
9	800,0	287,5	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	956,1	292,7	94 355	5 842	125 233	18 581	180 337
10	805,3	288,3	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	961,9	293,5	94 756	5 842	125 634	18 180	167 363
11	806,9	288,6	0,78 0,95 0,90	77,4	5,2	963,6	293,8	94 903	5 842	125 780	18 033	162 276
12	808,54	289,0	0,78 0,95 1,00	77,4	5,2	1064,2	294,2	99 182	5 842	130 060	13 754	160 605
13	808,54	289,0	0,78 0,95 1,00	103,2	6,9	1090,0	295,9	99 182	7 880	132 098	11 715	160 096

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

7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

nr wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q0-Q1)/Q0]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
						[zł]	[zł]	[zł]
	Wariant 1 Przyjęty do realizacji	1 076 532	49 989	60,8%	215 306 20% 861 225 80%	172 245	172 245	99 977
1	jak wariant 2 + kolektory słoneczne	1 076 532	49 989	60,8%	215 306 20% 861 225 80%	172 245	172 245	99 977
2	jak wariant 3 + stropodach główny	960 797	47 771	56,4%	192 159 20% 768 638 80%	153 728	153 728	95 543
3	jak wariant 4 + stropodach nad wejściem	638 091	41 625	49,0%	127 618 20% 510 472 80%	102 094	102 094	83 250
4	jak wariant 5 + ściana szczytowa SZ49	634 732	41 503	48,9%	126 946 20% 507 785 80%	101 557	101 557	83 005
5	jak wariant 6 + drzwi drewniane	526 593	36 204	43,5%	105 319 20% 421 275 80%	84 255	84 255	72 407
6	jak wariant 7 + ściana piwnicy	511 333	35 794	43,1%	102 267 20% 409 066 80%	81 813	81 813	71 588
7	jak wariant 8 + okna na parterze	452 788	34 210	40,9%	90 558 20% 362 231 80%	72 446	72 446	68 420
8	jak wariant 9 + ściana podłużna SZ37	407 574	31 638	38,7%	81 515 20% 326 059 80%	65 212	65 212	63 276
9	jak wariant 10 + okna w piwnicy	180 337	18 581	23,0%	36 067 20% 144 270 80%	28 854	28 854	37 162
10	jak wariant 11 + drzwi metalowe	167 363	18 180	22,5%	33 473 20% 133 890 80%	26 778	26 778	36 360
11	jak wariant 12 + stropodach nad piwnicą	162 276	18 033	22,3%	32 455 20% 129 821 80%	25 964	25 964	36 067
12	jak wariant 13 + Cyrkulacja CWU	160 605	13 754	14,2%	32 121 20% 128 484 80%	25 697	25 697	27 508
13	modernizacja CO	160 096	11 715	12,2%	32 019 20% 128 077 80%	25 615	25 615	23 431

Dane ekonomiczne wybranego wariantu	
Koszt inwestycji	1 076 532 zł
Wkład własny i inne źródła	20,0% 215 306 zł
Kredyt	80,0% 861 225 zł
Premia termomodernizacyjna	99 977 zł
Roczne oszczędności kosztów energii	49 989 zł
SPBT dla optymalnego wariantu [lata]	21,5
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	60,8%

7.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Wariant 1 obejmujący wszystkie zaproponowane usprawnienia.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w analizowanym budynku można wykonać szereg usprawnień, które pozwolą zmniejszyć koszty ogrzewania, oraz przygotowania CWU o około 35%. Aby to osiągnąć należy jednak postępować zgodnie z zaleceniami audytora, w szczególności na poziomie projektowania.

8. Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.**8.1. Opis robót**

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Lp	Rodzaje usprawnień		Planowany koszt wykonania [zł]	opis usprawnienia
1	Modernizacja systemu centralnego ogrzewania	usprawnienie CO.1	125 892	strona 30 oraz strona 31
	Pomimo, że modernizacja CO jest zawsze traktowana jako najważniejsze usprawnienie, należy je przeprowadzić łącznie lub po wykonaniu wszystkich usprawnień obniżających zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku. W innym razie moc nowej instalacji nie będzie adekwatna do zapotrzebowania na moc grzewczą budynku po realizacji całościowej termomodernizacji. Wymianę grzejników na nowe, należy poprzedzić projektem instalacyjnym, w którym zostaną określone moce nowych grzejników i miejsce ich usytuowania. Projekt powinien zakładać następujące elementy: <ul style="list-style-type: none">- Do izolacji przewodów CO, należy użyć izolacji z płaszczem PCV (np. otuliny rockwool thermorock). Jest to ważne z punktu widzenia walorów estetycznych, ale również ochroni to izolację rur przed zniszczeniem.- Przy wymianie grzejników na nowe należy wybrać grzejniki ze zwiększonym udziałem promieniowania do konwekcji (np. KERMI Therm X2).- Grzejniki koniecznie wyposażać w elektroniczne głowice termostatyczne z zabezpieczeniem antykradzieżowym i programatorem tygodniowym. Umożliwi to dostosowanie temperatury w pomieszczeniach do czasu użytkowania budynku. Dzięki temu temperatura w pomieszczeniach będzie dostosowana do potrzeb, a głowice termostatyczne będą zabezpieczone przed kradzieżą.			
2	Sterowanie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej CWU	usprawnienie C.13	400	strona 27
	Aby sterować czasem pracy pompy cyrkulacyjnej należy przerobić istniejący włącznik pompy znajdujący się na ścianie w pomieszczeniu węzła, dostawiając do niego elektroniczny programator tygodniowy. Na programatorze należy ustawić czas pracy pompy od godziny 6 do 17 w dni pracujące.			
3	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą	usprawnienie A.7	1 314	strona 21
	Ocieplenie stropodachu nad piwnicą należy wykonać od spodu podklejając pod stropem lamelową wełnę mineralną (np. Paroc Linio 80) o grubości 24cm. Na wełnę należy nałożyć siatkę z klejem oraz tynk.			
4	Wymiana starych okien drewnianych w piwnicy i na parterze, oraz zlikwidowanie jednego okna na parterze.	usprawnienia B.9 i B.10	45 757	strona 23 oraz strona 24
	Zgodnie z zestawieniem znajdującym się na stronie 23 należy zlikwidować okno znajdujące się nad łazienką ogrodową, likwidując parapet pod oknem i zamurowując otwór bloczkami gazobetonowymi. Przy czym nie ma konieczności demontarzu okna, gdyż okno znajduje się we wnęce (nie jest zlicowane ze ścianą) i istnieje możliwość zamurowania okna bez jego likwidacji. Następnie przy ocieplaniu ścian zewnętrznych zamurowane otwory ocieplić styropianem tak jak pozostałą część ścian. Pozostałe okna drewniane na parterze należy wymienić na nowe okna PCV o parametrach cieplnych nie gorszych niż $U_w=0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Stare okna drewniane w piwnicy należy również wymienić na okna PCV, ale o parametrach nie gorszych niż $1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.			
5	Wymiana starych drzwi drewnianych i metalowych	usprawnienia B.11 i B.12	16 000	strona 25 oraz strona 26
	Stare, nieszczelne drzwi metalowe i drewniane należy wymienić na nowe izolowane drzwi metalowe. Współczynnik izolacyjności cieplnej U_d nie może być gorszy niż $1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Należy zwrócić szczególną uwagę by montaż wykonać w sposób zachowujący najwyższą szczelność (wykorzystując systemy taśm rozprężnych typu illbruck).			
6	Ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych	usprawnienia A.2, A.3, A.4	309 759	strona 16, strona 17, oraz strona 18
	Ocieplenie wszystkich ścian, należy wykonać styropianem EPS 040 o grubości 20 cm w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku siłkatowym. Aby uniknąć tzw. efektu biedronki (czyli punktowych mostków cieplnych w miejscach kołkowania styropianu), należy przed kołkowaniem styropianu wyfrezować w nim otwory, zakołkować styropian i nałożyć na kolek styropianową zaślepkę. Dla właściwego wykonania termomodernizacji, styropian musi zająć na okna przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ściana (tzw. ocieplenie węgarów).			
7	Ocieplenie stropodachu nad wejściem głównym	usprawnienie A.8	2 641	strona 22
	Stropodach nad wejściem głównym należy docieplić styropianem EPS 038 (dach/ podłoga) o grubości 25cm. Styropian należy zakołkować do podłoża specjalnymi wkrętami z elastyczną tulejką teleskopową (np. EJOT EcoTek 50). Na styropian należy nakleić papę samoprzylepną (np. LEMBIT SAMOPRZYLEPNY S30) a następnie zgrzać do niej papę wierzchniego krycia SBS.			
8	Ocieplenie stropodachu wentylowanego	usprawnienie A.6	253 760	strona 20
	Ocieplenie stropodachów wentylowanych przedszkola należy wykonać od góry mocując płyty styropianowe EPS 038 o grubości 22cm do dachu. Dodatkowo należy zaizolować również attyki, by zminimalizować mostki termiczne. Następnie styropian trzeba przykryć wysokospecjalistyczną membraną z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix SKW. Takie prace powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem. Należy również pamiętać, że ocieplenie górnej warstwy stropodachu wentylowanego implikuje konieczność przerobienia go na stropodach niewentylowany, a więc likwidację otworów wentylacyjnych znajdujących się w ściankach kolankowych i wyprowadzenie kominków wentylacyjnych w kalenicy.			
9	Montaż kolektorów słonecznych na potrzeby CWU	usprawnienie C.14	91 008	strona 28
	Aby najefektywniej wykorzystać energię słoneczną, kolektory należy zamontować na dachu znajdującym się bezpośrednio nad pomieszczeniem węzła cieplnego. Kolektory powinny być zorientowane pomiędzy kierunkiem południowym i południowo-wschodnim (około 10-15° na wschód od strony południowej). Pozwoli to wykorzystać energię słoneczną od wcześniejszych godzin niż to by się stało gdybyśmy umieścili je dokładnie na południe. Kolektory należy ustawić na specjalnych stelażach pod kątem około 35-40°. Takie nachylenie zoptymalizuje uzysk energii słonecznej w ciągu całego roku. Przewody solarne transportujące ciepło z kolektorów do zasobników należy zaizolować otuliną kauczukową (do instalacji solarnych) o grubości ścianki nie mniejszej niż 30mm. Otulinę na przewodach znajdujących się na zewnątrz budynku należy dodatkowo zabezpieczyć samoprzylepną folią aluminiową. To utrudni ptakom wydziobywanie izolacji. Przewody solarne należy wprowadzić do zasobników, które należy umiejscowić w pobliżu węzła cieplnego, w sposób równoległy, równoważąc hydraulicznie system, tak by ciepło z kolektorów było przekazywane równomiernie do wszystkich zasobników.			
Razem planowany koszt robót			846 532	
Planowane koszty audytu, dokumentacji, nadzoru			230 000	
Ogółem planowany koszt termomodernizacji			1 076 532	

8.2. Uwagi dodatkowe - kolejność prac.

Aby uzyskać najlepsze efekty, prace termomodernizacyjne należy wykonać w kolejności umożliwiającej właściwe wykonanie wszystkich połączonych elementów przedsięwzięcia.

- Prace dociepleniowe należy zacząć od wymiany i likwidacji starych okien drewnianych, oraz drzwi.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych można wykonać po usprawnieniach dotyczących okien i drzwi.
- Prace dociepleniowe powinny być poprzedzone projektem określającym konkretną technologię wykonania.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zkoordynować z ociepleniem stropodachów w celu zachowania ciągłości izolacji oraz wykonania właściwych obróbek blacharskich i uszczelniających między ścianami a stropodachami.
- Kolektory słoneczne można będzie zamontować dopiero na ocieplonym stropodachu.
- Na samym końcu należy zająć się modernizacją systemu CO.
- Pozostałe usprawnienia są niezależne i można je wykonać w dowolnym czasie.

9. Dane charakterystyczne termomodernizacji dla oceny spełnienia kryteriów dofinansowania w ramach programu RPO WP 14-20 OP
10 Energia

Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej

	stan istniejący	po termomodernizacji	zmniejszenie zużycia [%]
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CO [GJ/rok]	1 136,5	464,0	59,3%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CWU [GJ/rok]	103,2	22,8	78,8%
suma	1 239,7	486,8	60,8%

Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej

stan istniejący

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	1477,41
CWU	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	134,15
suma					1611,56

po termomodernizacji

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	603,18
CWU	węzeł cieplny	ciepło sieciowe	1,3	100%	29,68
suma					632,86

zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej [%]	61%
--	-----

Redukcja emisji CO₂

Nośnik energii	wskaźnik emisji CO ₂ nośnika energii (wg. KOBIZE) [kg/GJ]	zapotrzebowanie na energię końcową w [GJ/rok]		Obliczenie wielkości emisji [mg CO ₂ /rok]		
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	KONCOWY EFEKT redukcji emisji
1	2	3	4	5	6	7
olej opałowy	76,59			0,00	0,00	0,00
Gaz ziemny	55,82			0,00	0,00	0,00
Ciepło sieciowe z ciepłowni GEPEC Tczew sp. z o.o. ¹⁾	102,71	1239,66	486,82	127,32	50,00	77,32
		suma		127,32	50,00	77,32
PROCENT REDUKCJI EMISJI						61%

1) wskaźnik emisyjności za podstawie danych otrzymanych z GEPEC Tczew sp. z o.o.

2) wskaźnik emisyjności dla prądu elektrycznego 831,5 kg CO₂/MWh przeliczony na kg CO₂/GJ

Wartość uzyskanych efektów

całkowity koszt termomodernizacji [zł]	1 076 532
zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby CO i CWU [GJ/rok]	752,8
koszt uzyskania oszczędności 1 GJ energii końcowej [zł/GJ]	1 430
koszt uzyskania redukcji CO ₂ [zł/kgCO ₂ /rok]	14
roczne oszczędności kosztów [zł]	49 989
SPBT [lata]	21,5

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród w stanie istniejącym
Załącznik 2	Zestawienie grup pomieszczeń w budynku
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu istniejącego
Załącznik 7	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu wariantu optymalnego
Załącznik 8	Dokumentacja zdjęciowa

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

Załącznik 1

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R	R _{cor}
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W
PG Podłoga w piwnicy 16,5 cm					
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	0,029
STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,444	0,444
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	0,028
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,095	0,095
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:					2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,596
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,385
SD1 Stropodach główny wentylowany					
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,000
WEŁNAF-STR	0,1200	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	2,308	2,308
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	0,180
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,678
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,373
SD2 stropodach nad piwnicą pod wejściem					
LASTRIKO	0,0500	Lastriko.	0,720	0,069	0,069
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	0,141	0,141
STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	0,444	0,444
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,795
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,258
SD3 stropodach nad wejściem głównym					
BETON-2200	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,077	0,077
STYROPIANS	0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,500	1,500
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	0,141	0,141
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,858
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,538
STROP1 Strop ciepło do góry 29,3 cm					
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	0,029
PŁYT-PIL-P	0,0125	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	0,250	0,250
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	0,180
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,659
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,518
SZ37 ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 37cm					
BETON-BBK6	0,3700	Ściana z bloczków z betonu komórkowego d	0,300	1,233	1,233
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,403
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,713
SZ49 ściana zewnętrzna gazobetonowa gr. 49cm					
BETON-BBK6	0,4900	Ściana z bloczków z betonu komórkowego d	0,300	1,633	1,633
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,803
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,555
SZP ściana zewnętrzna piwnicy					
BETON-2200	0,2000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,154	0,154
WEŁNA-PŁ	0,0400	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki	0,050	0,800	0,800
CEGLA-K-1	0,0600	Mur z cegły kratówki K-1 120x250x63.	0,450	0,133	0,133
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,257
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,795
SZPG Ściana zewnętrzna przy gruncie 30,0 cm					
BETON-2200	0,2000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,154	0,154
WEŁNA-PŁ	0,0400	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki	0,050	0,800	0,800
CEGLA-K-1	0,0600	Mur z cegły kratówki K-1 120x250x63.	0,450	0,133	0,133
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:					0,841
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					1,928
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,519

Zestawienie grup pomieszczeń w budynku

Załącznik nr 2

stan istniejący

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_H, g_{nE, r_{ecup}}$	Vinfv	Vm, infv	Vsu	Vex	n
	°C	m ²	m ³	W		1/h		%	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	1/h
CZĘŚĆ EDUKACYJNA	20,0	1280,06	3840,2	119470	Średni	4,0	Naturalna		1344,1				0,8
KUCHNIA	20,0	397,35	1192,1	90202	Wysoki	2,0	Wywiewna		0,4	6780,0	6780,0	6780,0	5,7
PIWNICA	15,8	845,06	1969,0	26033	Niski	5,0	Naturalna		984,5				0,5

Symbol grupy	Vv	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_{HL, A}$	$\phi_{HL, V}$	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m ³ /h	W	W	W/m ²	W/m ³	GJ/a	kWh/a	MJ/ (m ² · a)	kWh/ (m ² · a)	MJ/ (m ³ · a)	kWh/ (m ³ · a)
CZĘŚĆ EDUKACYJNA	3072,1	79778	39692	93,3	31,1	739,50	205417	577,7	160,5	192,6	53,5
KUCHNIA	6780,4	2599	87603	227,0	75,7	35,73	9925	89,9	25,0	30,0	8,3
PIWNICA	984,5	14719	11314	30,8	13,2	33,30	9251	39,4	10,9	16,9	4,7

Dane dla wariantu 1

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	$\eta_H, g_{nE, r_{ecup}}$	Vinfv	Vm, infv	Vsu	Vex	n
	°C	m ²	m ³	W		1/h		%	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	1/h
CZĘŚĆ EDUKACYJNA	20,0	1280,06	3840,2	82377	Użytkownika	3,0	Naturalna		1113,7				0,8
KUCHNIA	20,0	397,35	1192,1	89381	Wysoki	2,0	Wywiewna		0,4	6780,0	6780,0	6780,0	5,7
PIWNICA	15,8	845,06	1969,0	16146	Średni	4,0	Naturalna		689,1				0,4

Symbol grupy	Vv	ϕ_T	ϕ_V	$\phi_{HL, A}$	$\phi_{HL, V}$	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m ³ /h	W	W	W/m ²	W/m ³	GJ/a	kWh/a	MJ/ (m ² · a)	kWh/ (m ² · a)	MJ/ (m ³ · a)	kWh/ (m ³ · a)
CZĘŚĆ EDUKACYJNA	3072,1	42684	39692	64,4	21,5	390,47	108464	305,0	84,7	101,7	28,2
KUCHNIA	6780,4	1778	87603	224,9	75,0	30,06	8349	75,6	21,0	25,2	7,0
PIWNICA	689,1	8227	7920	19,1	8,2	1,89	526	2,2	0,6	1,0	0,3

Załącznik 3

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

1. Sprawność wytwarzania

stan	Opis
istniejący $\eta_g = 0,93$	Węzeł cieplny bez obudowy- własność ZEC Tczew
po modernizacji $\eta_g = 0,93$	bez zmian

2. Sprawność przesyłania

stan	Opis
istniejący $\eta_d = 0,9$	Wymiennikownia znajduje się w pomieszczeniach ogrzewanych, przewody w kotłowni posiadają izolację. Armatura nieizolowana. Przewody rozprowadzające ciepło do grzejników stalowe, prowadzone po wierzchu bez otulin izolacyjnych.
po modernizacji $\eta_d = 0,93$	Zaizolowanie rur rozprowadzających ciepło.

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

stan	Opis
istniejący $\eta_e = 0,85$	Ogrzewanie grzejnikowe, budynek wyposażony częściowo z nowe grzejniki panelowe a częściowo w stare rurowe i żeberkowe wszystkie grzejniki posiadają zawory termostatyczne. Regulacja centralna w wymiennikowni, oraz miejscowa.
po modernizacji $\eta_e = 0,90$	Wymiana wszystkich starych grzejników na nowe konwektorowo-płaszczynowe z elektronicznymi zaworami termostatycznymi, z blokadą nastawu.

4. Sprawność akumulacji

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

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

stan	Opis
istniejący $w_t = 1,00$	brak przerw
po modernizacji $w_t = 0,90$	wprowadzenie obniżenia temperatury w weekend

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

stan	Opis
istniejący $w_d = 1,00$	brak przerw
po modernizacji $w_d = 0,95$	wprowadzenie obniżenia temperatury w ciągu doby

7. Sprawność całkowita systemu grzewczego

stan	
istniejący $\eta_{H,tot} =$	0,71
po modernizacji $\eta_{H,tot} =$	0,78

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu usprawnień			
Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
średnie jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody w węzłach sanitarnych (wyliczone jako 25% zużycia zimnej wody ogółem w budynku według danych historycznych) V_{cw}	l/os/doba	7,00	7,00
jed.odniesienia - ilość dzieci	os	198	198
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	230	230
Roczne zapotrzebowanie ciepłej wody $V_{w,nd}=V_{cw} * L * t_{u,z} / 1000$	m ³ /rok	319	319
Ciepło użytkowe wykorzystane z kolektorów słonecznych	kWh/rok	0	11 771
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	16 696	4 925
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,97	0,97
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,60	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita η_{tot}	-	0,58	0,78
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/rok	28 687	6 347
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/rok	103,2	22,8

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\text{sr}}=(L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,077	0,077
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32 * L^{-0,244}$		2,565	2,565
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj}=c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$		0,324	0,243
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\text{sr}} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	17,8	13,3
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\text{sr}} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	MW	0,01777	0,01333
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	6,9	5,2
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	MW	0,00693	0,00520

Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Koszt podgrzania c.w.u. $Q_{cwu}=Q_{K,w} * O_z + q_{wu} * O_m * 12 =$	zł/rok	7 880	3 624
Koszt podgrzania 1m ³ ciepłej wody	zł/m ³	24,7	11,4

Załącznik nr 5**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej, kW		Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe QHnd, GJ/a
	końcowej ¹⁾	użytkowej	
1	228,4	177,8	422,42
2	228,4	177,8	422,42
3	239,9	186,8	505,98
4	240,2	186,9	507,63
5	252,7	196,7	568,19
6	253,8	197,5	572,46
7	256,0	199,2	597,40
8	263,1	204,8	622,30
9	287,5	223,8	799,98
10	288,3	224,4	805,29
11	288,6	224,7	806,86
12	289,0	224,9	808,54
13	289,0	224,9	808,54
stan istniejący	316,2	224,9	808,54

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

Załącznik nr 6

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla stanu istniejącego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt przedszkola nr 8 w Tczewie	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Jodłowa 6	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2522,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7001,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	90854	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	134081	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	224935	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	224935	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	89,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	32,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1164,5	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:	6780,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	596,0	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	6780,0	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	10837,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:		Elbląg
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	10442,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	808,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	224594	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2522	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	7001,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	320,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	89,0	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	115,5	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	32,1	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

Załącznik nr 7

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.6 Pro dla wariantu optymalnego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt przedszkola nr 8 w Tczewie	
	Wariant optymalny	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Jodłowa 6	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	2522,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	7001,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	43737	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	134083	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	177820	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	177820	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	70,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	25,4	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	901,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:	6780,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	596,0	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	6780,0	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	10541,7	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:		Elbląg
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	10442,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	422,42	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	117340	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2522	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	7001,2	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	167,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	46,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	60,3	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	16,8	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

Dokumentacja fotograficzna obiektu

Załącznik nr 8

elewacja frontowa



łącznie ze starymi oknami drewnianymi



stare okna drewniane w piwnicy



nowe oświetlenie



węzeł cieplny



włączniki pomp obiegowych i cyrkulacyjnej CWU

