

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	<b>Szkoła Podstawowa nr 81 im. prof. Michała Siedleckiego</b> ulica: Siedleckiego 14 kod: 80-299 miejscowość Gdańsk powiat: M. Gdańsk województwo: pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż.



Gdańsk, listopad 2015

---

BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII sp. z o.o.  
80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31  
tel.: (058) 347-55-35 faks: (058) 347-55-37

**TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek użyteczności publicznej	<b>1.2. Rok budowy</b>	1987-92
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	<b>Gmina Miasta Gdańska</b>  ul. <b>Nowe Ogrody 8/12</b>  kod <b>80-803 Gdańsk</b> tel. PESEL	<b>1.4. Adres budynku</b>  <b>Szkoła Podstawowa nr 81</b> <b>im. prof. Michała Siedleckiego</b>  ul. <b>Siedleckiego 14</b> kod <b>80-299 Gdańsk</b> powiat <b>M. Gdańsk</b> woj. <b>pomorskie</b>	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  Bałtycka Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o., REGON: 190967387 ul. Budowlanych 31, 80 298 Gdańsk			
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  mgr inż. Piotr Szewczyk, 68090105179, 92-780 Łódź, ul. Grabińska 8a KAPE 0098   <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż.. Piotr Szewczyk	całość opracowania	
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Łódź	<b>Data wykonania opracowania</b>	25.11.2015
<b>6. Spis treści</b>			<b>str.</b>
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			12
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			14
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			15
8. Opis wariantu optymalnego			35

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
<b>1. Dane ogólne</b>			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	murowana/murowana	
2.	Liczba kondygnacji	1-3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	27 814	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	9 046	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	-	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	9 046	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	500	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie w wymienniku pojemnościowym	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	instalacja c.o. zasilana z węzła ciepłego	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,37	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane<sup>1)</sup></b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
<b>[W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	0,160; 0,993; 0,631	0,193; 0,184
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,197; 0,189; 0,437; 0,433; 0,306	0,197; 0,189; 0,149; 0,141; 0,141
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,327; 0,390	0,327; 0,390
4.	Strop nad piwnicą	0,743	0,743
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,600; 3,500	1,600; 0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,000; 3,200	2,000; 1,300
7.	Inne		
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania<sup>2)</sup></b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	1,00	0,99
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,95	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,92	0,97
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,65	0,86
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji<sup>3)</sup></b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	22 558	22 558
4.	Liczba wymian [l/h]	0,81	0,81
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego <sup>4)</sup> [kW]	593,0	486,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu <sup>5)</sup> [kW]	140,1	140,1
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu <sup>4)</sup> [GJ/rok]	3380	2544
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	4185,7	2435,1
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu <sup>5)</sup> [GJ/rok]	763	763
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			

8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	103,8	78,1
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	128,5	74,8
10.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	41,80	24,32
11.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0%	0,0%
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) <sup>6)</sup></b>			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **)	74,42	74,42
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	18 417,42	18 417,42
3.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej **) [zł]	-	-
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	18 417,42	18 417,42
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	-	-
6.	Inne - opłata abonamentowa miesięczna	-	-
7.	Inne -		
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]	1 777 397	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	42,5%
Planowane koszty całkowite	1 974 885	Premia termomodernizacyjna	315 982
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	194 503		

\*\*) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem jednostki energii

\*\*\*) opłata stała związana z dystrybucją i przesylem energii

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3  
Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w
- 4) załączniku 5 (uwaga - przy tym załączniku powinny się znaleźć wydruki z programu komputerowego klub arkusza kalkulacyjnego z pełnymi obliczeniami - nie tylko zestawienie)
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4
- 6) Wylczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Wizja lokalna z udziałem przedstawiciela Użytkownika.
- Inwentaryzacja fotograficzna.
- Istniejąca szczegółowa archiwalna dokumentacja projektowa
- Obmiary własne wykonane na potrzeby audytu energetycznego.

#### 3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223, poz 1459)
- Ustawą z dnia 29 sierpnia 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2014 poz. 1200 z późn. zm.)
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz.U. z 2015r. poz. 478)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonywanie weryfikacji audytów (Dz.U. nr 43. poz. 347)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ((Dz.U. nr 75. poz. 690 z późn. zm) w wersji obowiązującej od 2021r. (od 1 stycznia 2019r.-w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością). Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

Przedstawiciel użytkownika.

#### 3.4. Data wizji lokalnej

Październik 2015.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie,
  - ocieplenie stropodachów
  - ocieplenie podłogi w piwnicy i na gruncie
  - modernizacja systemu grzewczego
  - modernizacja systemu przygotowania c.w.u.
  - wymiana starych drzwi zewnętrznych, luksferów i okien

#### 3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	brak danych
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	2 000 000,00

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	Skarb Państwa		spółdzielcza	komunalna	<b>X</b>
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny		mieszk-usługowy	inny - szkolnictwa	<b>X</b>
<b>Adres</b>	Siedleckiego 14	80-299	Gdańsk		
<b>Budynek</b>	wolnostojący	<b>X</b>	segment w zabudowie szeregowej		
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny		
<b>Rok budowy</b>	1987-92		<b>Rok zasiedlenia</b>	1987-92	
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73 RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit
szkieletowa	inna, jaka:				
1	Powierzchnia zabudowana	[m <sup>2</sup> ]	3849,0	10	Budynek podpiwniczony
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	36157,8	11	Liczba klatek schodowych
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	27813,7	12	Liczba kondygnacji
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m <sup>2</sup> ]	-	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]
5	Powierzchnia korytarzy +klatek	[m <sup>2</sup> ]	2311,5	14	Liczba mieszkańców
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m <sup>2</sup> ]	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	1840,6	15	Liczba mieszkań
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m <sup>2</sup> ]	4894,2	16	Liczba mieszkań z WC w łazience
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m <sup>2</sup> ]	9046,3	17	Liczba mieszkań z WC osobno

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

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

### 4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach



[illegible]

#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt znajduje się w Gdańsku, dzielnica Osowa, ul. Siedleckiego 14. Szkoła składa się z segmentów A, B, C, E ukończonych w 1987 roku, segmentu D z 1990 roku oraz F (sala gimnastyczna) z 1992 roku. W 2014 roku oddano do użytkowania nadbudowę segmentu E oraz dobudowano do niego klatkę z windą dla niepełnosprawnych i ocieplono cały segment E. Segment A jest dwukondygnacyjny, podpiwniczony. Segment B jest jednokondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Segment C jest trzykondygnacyjny, niepodpiwniczony. Segment D jest trzykondygnacyjny, podpiwniczony. Segment E jest trzykondygnacyjny, niepodpiwniczony. Segment F stanowi dwukondygnacyjne, podpiwniczone zaplecze sali gimnastycznej oraz hala sportowa. Stolarka okienna drewniana jednoramowa oraz z profili PCV szklona szybami zespolonymi. Stolarka drzwiowa z profili aluminiowych ciepłych, z przeszkleniem szybami zespolonymi. Pozostały nieliczne okna, luksfery i drzwi zewnętrzne kwalifikujące się do wymiany ze względu na ich stan techniczny. Ściany zewnętrzne wykonane w technologii przemysłowej - szkielet żelbetowy z ociepleniem i wypełnieniem gazobetonem. Stropodachy wentylowane ze stropami żelbetokanałowymi ocieplonymi wełną mineralną z przykryciem płytami korytkowymi na murkach ażurowych. Stropodachy niewentylowane z płyt korytkowych na dźwigarach strunobetonowych ocieplone styropianem. Pokrycie stropodachów stanowi papa termozgrzewalna. Budynek wyposażony w instalacje: wod-kan, c.w.u. i c.o. zasilaną z sieci miejskiej.

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	OPIS	U	U <sub>max</sub>	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
1	Drzwi zewnętrzne	2,000	Nie	62,59
2	Drzwi zewnętrzne stare	3,200	Nie	8,73
3	Luksfery	3,500	Nie	3,84
4	Okno zewnętrzne	1,600	Nie	1426,69
5	Okno zewnętrzne stare	3,500	Nie	16,52
6	Podłoga na gruncie	0,390	Nie	1157,51
7	Podłoga w piwnicy	0,390	Nie	1886,33
8	Podłoga sali gimnastycznej	0,327	Nie	623,55
9	Stropodach nadbudowy	0,197	Tak	451,43
10	Stropodach sali gimnastycznej	0,437	Nie	663,80
11	Stropodach wentylowany	0,433	Nie	2000,61
12	Stropodach nad wejściem	0,437	Nie	430,46
13	Stropodach windy	0,189	Tak	38,87
14	Stropodach zaplecza sali gimnastycznej	0,306	Nie	376,73
15	Strop nad piwnicą	0,743	Tak	1888,14
16	Strop międzykondygnacyjny	0,743	Tak	3762,89
17	Ściana wewnętrzna	1,461	Nie	2643,93
18	Ściana zewnętrzna	0,631	Nie	3788,19
19	Ściana zewnętrzna ocieplona	0,160	Tak	810,81
20	Ściana zewnętrzna przy gruncie w piwnicy	0,524	Tak	512,90
21	Ściana przy gruncie	0,524	Tak	214,01
22	Ściana zewnętrzna piwnicy	0,993	Nie	213,68



#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	900,0
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	593,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	140,13
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 379,9
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	4 185,7
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	273,9
8.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	763,5
9.	Opłata za energię z sieci miejskiej	zł/GJ	74,42
10.	Opłata za moc zamówiona z sieci miejskiej	zł/MW-m-c	18 417,42

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	instalacja c.o. pompowa z rozdzielaczem dolnym, zasilana z węzła cieplnego bezpośredniego zlokalizowanej w piwnicy obiektu. Grzejniki żeliwne członowe z zaworami grzejnikowymi odcinającymi, przewody z rur stalowych czarnych prowadzone natynkowo, w piwnicach i kanałach podpodłogowych izolowane matami z wełny szklanej zabezpieczonej płaszczem gipsowym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe
5.	Oślonienie grzejników	brak
6.	Zawory termostacyjne	brak
7.	Zabezpieczenie	ciśnieniowe naczynie przeponowe
8.	Odpowietrzenie	automatyczne na pionach
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7/24.
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	nie

# Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			stan obecny
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	1,00
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,95
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,85
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,808
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00



#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana centralnie w węźle cieplnym w wymienniku pojemnościowym, instalacja z cyrkulacją
2.	Piony i ich izolacja	Zaizolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	wymiennik pojemnościowy

#### 4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Węzeł cieplny bezpośredni, regulacja ręczna, armatura izolacja i przewody w złym stanie technicznym. Zawory odcinające kołnierzowe PN16, na przewodzie powrotnym z węzła zamontowany zawór równoważący, na zasilaniu filtr i licznik ciepła.

#### 4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	powietrza wentylacyjnego	22 558

#### 4.i. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy

#### 4.j. Charakterystyka instalacji gazowej

Nie dotyczy

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	R [m <sup>2</sup> *K/W]	
	istniejące		wymagane na rok 2021
Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych	0,631	1,586	5,000
Ściany zewnętrzne w piwnicy	0,993	1,007	5,000
Stropodach sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B	0,437	2,290	6,667
Stropodach wentylowany segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D	0,433	2,311	6,667
Stropodach wentylowany zaplecza sali gimnastycznej	0,306	3,273	6,667
Podłoga na gruncie i w piwnicy	0,390	2,562	3,333
Podłoga sali gimnastycznej	0,327	3,059	3,333

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od wymagań WT2021. W rozważaniach nie przyjmuje się oddanego w 2014r. po termorenowacji i nadbudowie segmentu E.

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane na rok 2021
drzwi zewnętrzne	2,00	1,3
drzwi zewnętrzne stare	3,20	1,3
okna stare i luksfery	3,50	0,9
okna	1,60	0,9

Stan drzwi zewnętrznych i okien jest dobry. Ich wymiana mimo SPBT<40 lat wiązała by się z poniesieniem znacznych nakładów, które nie przynosiłyby istotnych oszczędności energii co mogłoby skutkować w niektórych przypadkach gorszą oceną wniosku o dofinansowanie oraz koniecznością poniesienia kosztów utylizacji okien o ramach z PCW. Do wymiany ze względu na stan techniczny kwalifikują się jedynie drzwi stare i okna stare.

### 5.3 System grzewczy

Źródło ciepła nie jest zmodernizowane, nie posiada automatyki i nie funkcjonuje prawidłowo. Instalacja wyposażona w grzejniki o dużej bezwładności cieplnej i w zawory nie pozwalające na regulację miejscową.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana jest centralnie w węźle w wymienniku pojemnościowym. Stan techniczny wymiennika, izolacji przewodów i instalacji jest zły i wymaga ingerencji. Brak układu automatyki sterującej ograniczeniem przepływu cyrkulacji w okresach gdy obiekt nie jest użytkowany.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku.

**Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ].	Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie, stropodachów, podłogi w piwnicy i na gruncie.
2	<b><u>Okna stare</u></b> Okna stare - zniszczone o współczynniku przenikania ciepła $U$ wyższym niż określony w przepisach technicznych.	Wymiana okien starych i luksferów na okna nowe.
3	<b><u>Drzwi zewnętrzne stare</u></b> Drzwi zewnętrzne stare - o współczynniku przenikania ciepła $U$ wyższym niż określony w przepisach technicznych.	Wymiana drzwi zewnętrznych starych na nowe.
4	<b><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></b> Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku.	Brak działań
5	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b>  Przygotowanie c.w.u. wymagające modernizacji	Modernizacja polegająca na wykonaniu węzła cieplnego wymiennikowego wyposażonego w wysokosprawny wymiennik płytowy oraz pompę cyrkulacyjną, której pracę nadzorować będzie sterownik mikroprocesorowy ograniczający przepływ wody cyrkulacyjnej w czasie, gdy obiekt nie jest użytkowany. Należy zamontować podpionowe termostatyczne zawory cyrkulacyjne z funkcją umożliwiającą dezynfekcję termiczną instalacji c.w.u. Wymienić należy również izolację termiczną przewodów prowadzonych w piwnicach.
6	<b><u>System grzewczy</u></b>  System grzewczy wymagający modernizacji	Wymiana instalacji c.o. + nowy wymiennikowy węzeł cieplny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodowo - czasową.

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych  
wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Poprawa izolacyjności cieplnej przegród i szczelności starych okien, wrót i drzwi zewnętrznych.	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem metodą lekką mokrą z tynkiem cienkowarstwowym.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy styropianem ekstrudowanym wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej.
		Ocieplenie styropianem podłogi w piwnicy i na gruncie wraz z wykonaniem nowej wylewki betonowej
		Ocieplenie stropodachów wentylowanych granulatem z wełny mineralnej.
		Ocieplenie stropodachów pełnych płytami styropianowymi mocowanymi na istniejącym pokryciu dachu wraz z wykonaniem nowego z papy termozgrzewalnej.
		Wymiana starych zniszczonych okien, luksferów oraz drzwi zewnętrznych.
2.	Poprawa systemu przygotowania c.w.u.	Modernizacja polegająca na wykonaniu węzła cieplnego wymiennikowego wyposażonego w wysokosprawny wymiennik płytowy oraz pompę cyrkulacyjną, której pracę nadzorować będzie sterownik mikroprocesorowy ograniczający przepływ wody cyrkulacyjnej w czasie, gdy obiekt nie jest użytkowany. Należy zamontować podpionowe termostatyczne zawory cyrkulacyjne z funkcją umożliwiającą dezynfekcję termiczną instalacji c.w.u. Wymienić należy również izolację termiczną przewodów prowadzonych w piwnicach.
3.	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o. + nowy wymiennikowy węzeł cieplny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodowo - czasową.



## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem metodą lekką moką z tynkiem cienkowarstwowym.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy styropianem ekstrudowanym wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej.
		Ocieplenie styropianem podłogi w piwnicy i na gruncie wraz z wykonaniem nowej wylewki betonowej
		Ocieplenie stropodachów wentylowanych granulatem z wełny mineralnej.
		Ocieplenie stropodachów pełnych płytami styropianowymi mocowanymi na istniejącym pokryciu dachu wraz z wykonaniem nowego z papy termozgrzewalnej.
		Wymiana starych zniszczonych okien, luksferów oraz drzwi zewnętrznych.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-16,0	-16,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$ - dla podłogi na gruncie		8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3 226,2	3 226,2	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$S_d^*$	dla podłogi na gruncie i w piwnicy	1 018,8	1 018,8	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$O_{0z}, O_{lz}$		74,42	74,42	zł/GJ
$O_{0m}, O_{lm}$		18 417,42	18 417,42	zł/(MW $\cdot$ mc)

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

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

**Dane:**  $Q_{ocw} = 273,93 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 0,1401 \text{ MW}$

**Opis:**

Modernizacja polegająca na wykonaniu węzła cieplnego wymiennikowego wyposażonego w wysokosprawny wymiennik płytowy oraz pompę cyrkulacyjną, której pracę nadzorować będzie sterownik mikroprocesorowy ograniczający przepływ wody cyrkulacyjnej w czasie, gdy obiekt nie jest użytkowany. Należy zamontować podpionowe termostatyczne zawory cyrkulacyjne z funkcją umożliwiającą dezynfekcję termiczną instalacji c.w.u. Wymienić należy również izolację termiczną przeodów prowadzonych w piwnicach.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po
1	Średnia moc cwu	MW	0,1401	0,0753
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła	GJ/rok	763,5	410,5
3	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/a	87 784	47196
4	Różnica	zł/a		40587,86
5	Koszt	zł		70000,0
6	SPBT	lat		1,72

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$**  Wycena własna

<b>KOSZT</b>	<b>70 000 zł</b>	<b>SPBT</b>	<b>1,7 lat</b>
--------------	------------------	-------------	----------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 2000,61 \text{ m}^2</math></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 2000,61 \text{ m}^2</math></p>				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,042 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ wdmuchniętym w przestrzeń wentylowaną stropodachu. Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,66 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$								
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,76	5,24	5,71	6,19	6,67
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,311	7,07	7,55	8,03	8,50	8,98
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	241,3	78,8	73,9	69,5	65,6	62,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0312	0,0102	0,0095	0,0090	0,0085	0,0080
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		16 734	17 253	17 691	18 092	18 463
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		65	69	73	77	81
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		130 040	138 042	146 045	154 047	162 050
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		7,77	8,00	8,26	8,51	8,78
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,433	0,141	0,132	0,125	0,118	0,111
Podstawa przyjętych wartości $N_U$								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant	1	Koszt	130 040 zł	SPBT=	7,77 lat			

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 376,73 \text{ m}^2</math></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 376,73 \text{ m}^2</math></p>				
Opis wariantów usprawnienia				<p>Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem z wełny mineralnej o współczynniku przewodności <math>\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}</math> wdmuchniętym w przestrzeń wentylowaną stropodachu.</p> <p>Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 6,66 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math></p> <p>wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantie 1</p> <p>wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantie 1</p> <p>wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantie 1</p> <p>wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantie 1</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,16	0,18	0,2	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$		3,81	4,29	4,76	5,24	5,71
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	3,273	7,08	7,56	8,04	8,51	8,99
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	32,1	14,8	13,9	13,1	12,3	11,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0041	0,0019	0,0018	0,0017	0,0016	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 774	1 863	1 944	2 026	2 093
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		60	64	68	72	76
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		22 604	24 111	25 618	27 125	28 632
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,74	12,94	13,18	13,39	13,68
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,306	0,141	0,132	0,124	0,117	0,111
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</p>								
Wybrany wariant		1	Koszt :	22 604 zł	SPBT=	12,74 lat		

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia				
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> = 3788,19 m <sup>2</sup> <b>A<sub>kosz</sub></b> = 4247,60 m <sup>2</sup>				
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>								
Przewiduje się ocieplenie ściany od zewnątrz płytami styropianowymi EPS70-038 o współczynniku przewodzenia ciepła λ= <b>0,038</b> W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1:      o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 5,0 (m2.K)/W - zgodnie z WT2021								
wariant 2:      o grubości      2      cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 3:      o grubości      4      cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 4:      o grubości      6      cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 5:      o grubości      8      cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		3,68	4,21	4,74	5,26	5,79
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,59	5,27	5,80	6,32	6,85	7,38
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> Sd A/R	GJ/a	665,8	200,4	182,2	167,0	154,2	143,2
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0860	0,0259	0,0235	0,0216	0,0199	0,0185
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		47 915	49 800	51 351	52 679	53 807
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		180	186	192	198	204
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		764 568	790 053	815 539	841 025	866 510
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		15,96	15,86	15,88	15,97	16,10
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,631	0,190	0,173	0,158	0,146	0,136
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant      2		Koszt :      790 053 zł		SPBT=      15,86 lat				



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie zniszczonych okien zewnętrznych i luksferów oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien i luksferów		
<p>Dane:</p> <p>powierzchnia okien starych i luksferów <math>A_{ok} = 20,36 \text{ m}^2</math></p> <p><math>V_{nom} = \psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}</math> <math>V_{obl} = \psi * C_m</math></p> <p><math>C_w = 1</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien i luksferów na nowe okna.</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku <math>U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>wariant 2 : zakres wariantu 1 oraz nawiewniki higrosterowane</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Współczynnik przenikania okien starych i luksferów $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,5	0,90	0,90	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$	-	1,00	1,00	0,70	
	$C_m$	-	1,00	1,00	1,00	
	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	19,86	5,11	5,11	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	18,97	18,97	13,28	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	38,83	24,08	18,39	
	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0026	0,0007	0,0007	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0024	0,0024	0,0024	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0050	0,0031	0,0031	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} -$	zł/rok		1 518	1 941	
10	Koszt jednostkowy okna $N_{ok}$			1 500	1 500	
	Koszt jednostkowy nawiewników okiennych			0	300	
11	Koszt N	zł		30 537	33 537	
12	SPBT = $N / \Delta O_{ru}$	lata		20,12	17,28	
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></p> <p>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	33 537 zł	SPBT=	17,28 lat	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat                      <b>A</b>    =    1094,26    m<sup>2</sup></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu                      <b>A<sub>kosz</sub></b> =    1148,98    m<sup>2</sup></p> <p>usprawnienia</p>				
Opis wariantów usprawnienia				<p>Ocieplenie stropodachu budynku płytami styropianowymi EPS100-036</p> <p>o współczynniku przewod <b>0,036</b> W/m*K ułożonymi na jego powierzchni wraz z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej.</p> <p>Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 6,66</math> (m<sup>2</sup>.K)/W</p> <p>wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,2	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		4,44	5,00	5,56	6,11	6,67
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	2,290	6,73	7,29	7,85	8,40	8,96
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	133,2	45,3	41,8	38,9	36,3	34,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0172	0,0058	0,0054	0,0050	0,0047	0,0044
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		9 061	9 409	9 714	9 973	10 203
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		150	158	166	174	182
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		172 346	181 538	190 730	199 922	209 114
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		19,02	19,29	19,64	20,05	20,49
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	0,437	0,149	0,137	0,127	0,119	0,112
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</p>								
Wybrany wariant	1	Koszt 172 346 zł	SPBT=	19,02	lat			



Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie zniszczonych drzwi zewnętrznych oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych drzwi		
<p>Dane:</p> <p>powierzchnia drzwi do wymiany <math>A_{drz} = 8,73 \text{ m}^2</math></p> <p><math>V_{nom} = \psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>C_w = 1</math></p> <p><math>V_{obl} = \psi * C_m</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi na nowe.</p> <p>wariant 1 : Drzwi o współczynniku <math>U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
1	Współczynnik przenikania okien starych $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,2	1,30		
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$	-	1,00	1,00		
	$C_m$	-	1,00	1,00		
	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	7,79	3,16		
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	18,97	18,97		
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	26,76	22,13		
	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0010	0,0004		
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0024	0,0024		
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0034	0,0028		
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} -$	zł/rok		477		
10	Koszt jednostkowy okna $N_{ok}$			2 100		
	Koszt jednostkowy nawiewników okiennych			0		
11	Koszt N	zł		18 333		
12	SPBT = $N/\Delta O_{ru}$	lata		38,42		
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_u</math></p> <p>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</p>						
1	Koszt :	18 333 zł	SPBT=	38,42 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie podłogi na gruncie i w piwnicy				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 3043,83 \text{ m}^2</math></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 3043,83 \text{ m}^2</math></p>				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie styropianem o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ ułożonym na powierzchni podłogi wraz z wykonaniem na niej wylewki i ułożeniem płytek ceramicznych.								
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
<p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 3,33 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math> - zgodnie z WT2021</p> <p>wariant 2: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2</p> <p>wariant 4: o grubości 3 cm większej niż w wariantcie 3</p> <p>wariant 5: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 4</p>								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \text{K/W}$		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \text{K/W}$	2,562	3,56	3,81	4,06	4,31	4,56
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \text{ Sd} \cdot A/R$	GJ/a	104,6	75,2	70,3	66,0	62,1	58,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0143	0,0103	0,0096	0,0090	0,0085	0,0080
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 072	3 591	4 044	4 444	4 808
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		60	63	66	69	72
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		182 630	191 762	200 893	210 025	219 156
9	$\text{SPBT} = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		59,45	53,40	49,68	47,26	45,58
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,390	0,281	0,262	0,246	0,232	0,219
Podstawa przyjętych wartości $N_U$								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanymi. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Ze względu na SPBT powyżej 40 lat wariant ten odrzuca się jako nieopłacalny.								
Wybrany wariant : 2		5	Koszt : 219 156 zł		SPBT= 45,58 lat			

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie podłogi sali gimnastycznej				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 623,55 \text{ m}^2</math></p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 623,55 \text{ m}^2</math></p>				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie podłogi sali gimnastycznej styropianem o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z wykonaniem na niej nowej drewnianej podłogi. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ - zgodnie z WT2021								
wariant 2: izolacja o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: izolacja o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 4: izolacja o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 5: izolacja o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \text{ K/W}$	3,059	4,06	4,56	5,06	5,56	6,06
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A/R$	GJ/a	17,9	13,52	12,04	10,85	9,87	9,06
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0024	0,0018	0,0016	0,0015	0,0013	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		449,040	603,818	728,175	830,496	915,304
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		150	156	162	168	174
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		93 533	97 274	101 016	104 757	108 498
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		208,30	161,10	138,72	126,14	118,54
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \text{ K}$	0,327	0,246	0,219	0,198	0,180	0,165
Podstawa przyjętych wartości $N_U$								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Ze względu na SPBT powyżej 40 lat wariant ten odrzuca się jako nieopłacalny.								
Wybrany wariant:		5	Koszt :	108 498 zł	SPBT=	118,54 lat		



Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	70 000,00	1,72
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i	130 040,00	7,77
3	Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej	22 604,00	12,74
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	790 053	15,86
5	Wymiana starych okien i luksferów	33 537	17,28
6	Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B	172 346	19,02
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy	217 972	25,63
8	Wymiana starych drzwi	18 333	38,42
Pozostałe warianty termomodernizacji przegród zewnętrznych uznano za nieopłacalne ze względu na SPBT powyżej 40 lat.			

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

Dane:  $Q_{oco} = 3\,379,92 \text{ GJ/a}$       0,593      MW

#### Założenia dla stanu istniejącego

Węzeł cieplny bezpośredni, regulacja ręczna, armatura izolacja i przewody w złym stanie technicznym. Zawory odcinające kołnierzowe PN16, na przewodzie powrotnym z węzła zamontowany zawór równoważący, na zasilaniu filtr i licznik ciepła. Grzejniki żeliwne członowe z zaworami grzejnikowymi odcinającymi, przewody z rur stalowych czarnych prowadzone natynkowo, w piwnicach i kanałach podpodłogowych izolowane matami z wełny szklanej zabezpieczonej płaszczem gipsowym.

#### Założenia do modernizacji

Wymiana instalacji + węzeł cieplny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodowo - czasową.

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki i sprawności związane z systemem grzewczym.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Współczynniki sprawności	
			przed	po
	Rodzaj systemu zasilania		<b>węzeł bezpośredni</b>	<b>węzeł kompaktowy</b>
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	1,00	0,99
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,95	0,97
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,85	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	<b>0,808</b>	<b>0,893</b>
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	0,90
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan projektowany
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł bezpośredni, regulacja ręczna	Węzeł wymiennikowy regulacja pogodowo-czasowa
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	ogrzewanie centralne, wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych - zły stan izolacji	ogrzewanie centralne, wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych przewody izolowane zgodnie z wymaganiami WT
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	ogrzewanie wodne z grzejnikami żeliwnymi członowymi w przypadku regulacji centralnej	ogrzewanie wodne z grzejnikami płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej zakres P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	24 godzin na dobę	16 godzin na dobę
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	7 dni pracy w tygodniu	6 dni pracy w tygodniu

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,5930	0,5930
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	3379,92	3379,92
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$	-	<b>0,808</b>	<b>0,893</b>
4	Obniżenie nocne	-	1,00	<b>0,950</b>
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	<b>0,900</b>
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>4186</b>	<b>3236</b>
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>442534</b>	<b>371851</b>
8	Roczna oszczędność kosztów ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok		<b>70683</b>
9	Nakłady	zł		<b>460000</b>
10	SPBT	lat		<b>6,51</b>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D	X	X	X	X	X	X	X		
3	Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej	X	X	X	X	X	X			
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	X	X	X	X	X				
5	Wymiana starych okien i luksferów	X	X	X	X					
6	Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B	X	X	X						
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy	X	X							
8	Wymiana starych drzwi	X								
9	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X	X	X	X

##### 7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu + dokumentacji [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9	1 914 885	60 000	1 974 885
2	1+2+3+4+5+6+7+9	1 896 552	60 000	1 956 552
3	1+2+3+4+5+6+9	1 678 580	60 000	1 738 580
4	1+2+3+4+5+9	1 506 234	60 000	1 566 234
5	1+2+3+4+9	1 472 697	60 000	1 532 697
6	1+2+3+9	682 644	60 000	742 644
7	1+2+9	660 040	60 000	720 040
8	1+9	530 000	60 000	590 000
9	9	460 000	60 000	520 000

#### 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cwu}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,486	2 543,6	0,893	0,86	2 435,1	288 619	0,0753	410	47 196	0,5613	2 846	335 815	2 104	194 503
2	0,487	2 547,2	0,893	0,86	2 438,6	289 100	0,0753	410	47 196	0,5623	2 849	336 296	2 100	194 022
3	0,497	2 573,0	0,893	0,86	2 463,3	293 150	0,0753	410	47 196	0,5723	2 874	340 347	2 075	189 972
4	0,509	2 668,7	0,893	0,86	2 554,9	302 617	0,0753	410	47 196	0,5843	2 965	349 814	1 984	180 505
5	0,510	2 674,3	0,893	0,86	2 560,3	303 238	0,0753	410	47 196	0,5853	2 971	350 434	1 978	179 884
6	0,571	3 186,3	0,893	0,86	3 050,5	353 196	0,0753	410	47 196	0,6463	3 461	400 392	1 488	129 926
7	0,573	3 204,0	0,893	0,86	3 067,4	354 898	0,0753	410	47 196	0,6483	3 478	402 094	1 471	128 224
8	0,593	3 379,9	0,893	0,86	3 235,8	371 851	0,0753	410	47 196	0,6683	3 646	419 047	1 303	111 271
9	0,593	3 379,9	0,893	0,86	3 235,8	371 851	0,1401	763	87 784	0,7331	3 999	459 635	950	70 683
0-stan istniejący	0,593	3 379,9	0,808	1,00	4 185,7	442 534	0,1401	763	87 784	0,7331	4 949	530 318		

1 wariant wybrany do realizacji

<sup>1)</sup> - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl\_moc"

<sup>2)</sup> - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl\_cwu"

### 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
1	2	zł	zł	%	[zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
					[zł,%]				
		3	4	5	6		7	8	9
1	Wariant 1	1 974 885	194 503	42,5%	197 489	10,0%	355 479	315 982	389 006
					1 777 397	90,0%			
2	Wariant 2	1 956 552	194 022	42,4%	195 655	10,0%	352 179	313 048	388 044
					1 760 897	90,0%			
3	Wariant 3	1 738 580	189 972	41,9%	173 858	10,0%	312 944	278 173	379 944
					1 564 722	90,0%			
4	Wariant 4	1 566 234	180 505	40,1%	1 409 611	90,0%	281 922	250 597	361 009
5	Wariant 5	1 532 697	179 884	40,0%	153 270	10,0%	275 885	245 232	359 768
					1 379 427	90,0%			
6	Wariant 6	742 644	129 926	30,1%	74 264	10,0%	133 676	118 823	259 853
					668 380	90,0%			
7	Wariant 7	720 040	128 224	29,7%	72 004	10,0%	129 607	115 206	256 448
					648 036	90,0%			
8	Wariant 8	590 000	111 271	26,3%	59 000	10,0%	106 200	94 400	222 542
					531 000	90,0%			
9	Wariant 9	520 000	70 683	19,2%	52 000	10,0%	93 600	83 200	141 366
					468 000	90,0%			

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Modernizacja instalacji c.w.u.

Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D

Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej

Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna

Wymiana starych okien i luksferów

Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B

Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy

Wymiana starych drzwi

Modernizacja systemu grzewczego

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 42,50% czyli powyżej 15%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 197 489 zł co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Wysokość kredytu wyniesie 1 777 397 zł czyli mniej niż podane 2 000 000 zł

<b>8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **8.1. Opis robót**

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych płytami styropianowymi EPS70-038 o grubości 16cm metodą lekką moką.
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic nad gruntem i na głębokość 1 m metodą lekką moką, materiał izolacyjny płyty XPS o grubości 14 cm, przed ułożeniem ocieplenia należy wykonać przeciwwilgociową izolację ścian.
3. Ocieplenie stropodachu pełnego Sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B płytami styropianu EPS100-036 o gr. 16 cm ( $0,036\text{W/mK}$ ), mocowanymi na powierzchni dachu wraz z wykonaniem jego pokrycia z papy termozgrzewalnej.
4. Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D granulatem z wełny mineralnej o gr. 20cm ( $0,042\text{W/mK}$ ), wdmuchniętym w przestrzeń wentylowaną stropodachu.
5. Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej granulatem z wełny mineralnej o gr. 16cm ( $0,042\text{W/mK}$ ), wdmuchniętym w przestrzeń wentylowaną stropodachu.
6. Modernizacja systemu przygotowania c.w.u. polegająca na wykonaniu węzła cieplnego wymiennikowego wyposażonego w wysokosprawny wymiennik płytowy oraz pompę cyrkulacyjną, której pracę nadzorować będzie sterownik mikroprocesorowy ograniczający przepływ wody cyrkulacyjnej w czasie, gdy obiekt nie jest użytkowany. Należy zamontować podpionowe termostaticzne zawory cyrkulacyjne z funkcją umożliwiającą dezynfekcję termiczną instalacji c.w.u. Wymienić należy również izolację termiczną przewodów prowadzonych w piwnicach.
7. Wymiana starych okien i luksferów na okna nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$  wyposażone w nawiewniki okienne higrosterowane.
8. Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$ .
9. Wymiana instalacji c.o. + węzeł cieplny dwufunkcyjny wyposażony w automatykę pogodowo - czasową.
10. Opracowanie dokumentacji projektowo kosztorysowej.



## 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł
1	Modernizacja instalacji c.w.u.	-	-	70 000
2	Ocieplenie stropodachu wentylowanego segmentu A, części niskiej segmentu B oraz segmentu C i D	2000,61	65,00	130 040
3	Ocieplenie stropodachu wentylowanego zaplecza sali gimnastycznej	376,73	60,00	22 604
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	4247,60	186,00	790 053
5	Wymiana starych okien i luksterów	20,36	1500,00	30 537
6	Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej i części wysokiej segmentu B	1148,98	150,00	172 346
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych i przy gruncie w piwnicy	871,89	250,00	217 972
8	Wymiana starych drzwi	8,73	2100,00	18 333
9	Nawiewniki higrosterowane	10szt.	300,00	3 000
10	Modernizacja systemu grzewczego			460 000
11	Koszt audytu i dokumentacji			60 000
			<b>SUMA</b>	<b>1 974 885</b>

## 8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	<b>1 974 885 zł</b>
Udział środków własnych inwestor 10,0%	<b>197 489 zł</b>
Kredyt bankowy: 90,0%	<b>1 777 397 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	<b>315 982 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT	<b>10,2</b>

## 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

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

## 8.5 Niezbędne szkice

Nie dotyczy.

## 8.6. Uwagi

1. Przy przeprowadzaniu termomodernizacji należy uwzględnić konieczność dodatkowych kosztów związanych z przedsięwzięciami remontowymi nieuwzględnionymi w audycie energetycznym ze względu na brak potencjalnego efektu energetycznego poszczególnych przedsięwzięć remontowych, takich jak np. naprawa i konserwacja drzwi wejściowych. Audyt obejmuje jedynie ulepszenia przynoszące oszczędności energii, uzasadnione ekonomicznie i tylko one mogą być ujęte w audycie energetycznym.
2. Zarządca budynku powinien przeszkolić użytkowników odnośnie racjonalnego użytkowania ciepła i ciepłej wody użytkowej, m.in. w zakresie:
  - sposobu wietrzenia pomieszczeń (wietrzenie powinno być krótkie i intensywne; nie należy stosować długiego wietrzenia przez uchylone okno, gdyż wówczas dopływ świeżego powietrza nie jest duży, a straty ciepła są wysokie; na czas wietrzenia należy wyłączyć ogrzewanie; w eksploatacji pomieszczeń po wymianie okien należy zwrócić szczególną uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji tzn. systematycznie przewietrzać pomieszczenia, aby nie dopuścić do powstawania pleśni i zawilgoceń itp.);
  - sposobu korzystania z zaworów termostatycznych (przypominanie o tym, że zawory te działają automatycznie i nie należy ich stosować jak zaworów typu włącz-wyłącz, a więc należy stosować ustawienia pośrednie, a nie maksymalne lub minimalne);
  - sposobu korzystania z grzejników (pozostawianie grzejników w czystości, nie osłanianie ich np. zasłonami, zabudową, meblami tam gdzie nie jest to konieczne; nie korzystanie z grzejników jako suszarek do ubrań czy ręczników, z wyjątkiem grzejników łazienkowych).
3. Wyroby budowlane stosowane w robotach termomodernizacyjnych powinny spełniać wymagania polskich przepisów, a wykonawca powinien posiadać dokumenty potwierdzające, że zostały one wprowadzone do obrotu zgodnie z regulacjami ustawy o wyrobach budowlanych i że posiadają wymagane parametry.
4. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego, a materiały wykorzystane do prac termomodernizacyjnych posiadać wymagane prawem atesty potwierdzające parametry techniczne, w tym parametry cieplne, sprawności urządzeń itp.
5. Przy ubieganiu się o dofinansowanie termomodernizacji z niektórych funduszy finansujących takie przedsięwzięcia, należy mieć na uwadze, że często dofinansowanie udzielane jest do budynków stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego służących do wykonywania przez nie zadań publicznych. W przypadku gdy w budynku znajdują się inne instytucje, wielkość dofinansowania jest proporcjonalnie obniżana stosując określony przez te instytucje wskaźnik.

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Określenie ilości powietrza wentylacyjnego
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

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Przed modernizacją**

GPEC taryfa III.1		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	60,50	74,42
Opłata za moc zamówioną	zł/MW/mc	14973,51	18417,42

**Po modernizacji**

GPEC taryfa III.1		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	60,50	74,42
Opłata za moc zamówioną	zł/MW/mc	14973,51	18417,42

## Załącznik 2

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

## Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	cp	R	Rcor	$\delta$	$\mu$	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m2·K/W	m2·K/W	/(m·h·E		m2h·Pa/g	m2h·Pa/g	
DACH	Dach 41,3 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
ŻUŻEL-WP5	0,1000	Żużel wielkopiecowy granulat lub keramzy	0,160	500	0,750	0,625	0,625	375,00	2	266,7	266,7	
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,058
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,945
PG	Podłoga na gruncie 31,5 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												2,562
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,390
PGPIW	Podłoga w piwnicy 31,5 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,00 m												

Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:											2,000	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											2,562	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,390	
PGSG	Podłoga na gruncie 45,6 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
BUK	0,0190	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,086	0,086	55,00	13	345,5	345,5	
SOSNA	0,0320	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,200	0,200	60,00	12	533,3	533,3	
WAR.POW	0,1000	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,220	0,220	720,00	1	138,9	138,9	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:											2,000	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											3,059	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,327	
STROPO N	Stropodach wentylowany 70,8 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
PŁ-WIÓR-S7	0,0250	Płyty wiórowe na lepiszczu syntetycznym	0,130	700	2,090	0,192	0,192	34,00	21	735,3	735,3	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m2·K/W]:											0,160	
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:											0,000	
WEŁNA-PŁ-S	0,2000	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,042	130	0,750	4,762	4,762	480,00	2	416,7	416,7	
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094	0,094	30,00	24	5333,3	5333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	

Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											5,064
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,197
STROPO SG	Dach 28,3 cm										
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,050	30	1,460	2,000	2,000	12,00	60	8333,3	8333,3
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,800	2500	0,840	0,089	0,089	30,00	24	5333,3	5333,3
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,017	0,017	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,290
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,437
STROPO W	Stropodach wentylowany 73,3 cm										
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
ŻELBET	0,0700	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,041	0,041	30,00	24	2333,3	2333,3
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,000
WEŁNAF-STR	0,1000	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	1,923	1,923	480,00	2	208,3	208,3
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,311
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,433
STROPO WEJ	Dach 28,3 cm										
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,050	30	1,460	2,000	2,000	12,00	60	8333,3	8333,3
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,800	2500	0,840	0,089	0,089	30,00	24	5333,3	5333,3
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,017	0,017	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040

Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											2,290
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,437
STROPO_WIN Dach 38,3 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIANS	0,2000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,000	5,000	12,00	60	16666,7	16666,7
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094	0,094	30,00	24	5333,3	5333,3
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											5,297
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,189
STROPO_ZSG Stropodach wentylowany 78,3 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
ŻELBET	0,0700	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,041	0,041	30,00	24	2333,3	2333,3
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,160
Suma oporów ciepła połąci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,000
WEŁNAF-STR	0,1500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	2,885	2,885	480,00	2	312,5	312,5
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											3,273
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,306
STRPIW Strop ciepło do góry 35,5 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889	0,889	12,00	60	3333,3	3333,3
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3



Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,347
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,743
STRW	Strop ciepło do góry 35,5 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889	0,889	12,00	60	3333,3	3333,3	
STRZELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,347
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,743
SW	Ściana wewnętrzna 14,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
SIPOREX-6	0,1200	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,400	0,400	75,87	9	1581,7	1581,7	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,130
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												0,684
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												1,461
SZ	Ściana zewnętrzna 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
GAZOBET-06	0,2400	Gazobeton 06.	0,174	600	1,000	1,379	1,379	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,586

Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,631
SZO	Ściana zewnętrzna 48,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
STYROPIANS	0,2100	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,250	5,250	12,00	60	17500,0	17500,0	
TYNK-CW	0,0050	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,006	0,006	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												6,263
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,160
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												1,072
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,908
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,524
SZPGW	Ściana zewnętrzna przy gruncie 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	

Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												1,072
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												1,908
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:												0,524
SZPIW	Ściana zewnętrzna 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												1,007
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:												0,993

Po termomodernizacji

#### Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R	R <sub>cor</sub>	$\delta$	$\mu$	Z	Z <sub>cor</sub>	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	/(m·h·Pa)		m <sup>2</sup> h·Pa/g	m <sup>2</sup> h·Pa/g	
PG	Podłoga na gruncie 31,5 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 5,00 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości D <sub>h</sub> = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości D <sub>v</sub> = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:												2,562
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:												0,390
PGPIW	Podłoga w piwnicy 31,5 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 3,00 m												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	

TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												2,562
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,390
PGSG	Podłoga na gruncie 45,6 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
BUK	0,0190	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,086	0,086	55,00	13	345,5	345,5	
SOSNA	0,0320	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,200	0,200	60,00	12	533,3	533,3	
WAR.POW	0,1000	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,220	0,220	720,00	1	138,9	138,9	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												3,059
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,327
STROPO_N	Stropodach wentylowany 70,8 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
PŁ-WIÓR-S7	0,0250	Płyty wiórowe na lepiszczu syntetycznym	0,130	700	2,090	0,192	0,192	34,00	21	735,3	735,3	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m2·K/W]:												0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:												0,000
WEŁNA-PŁ-S	0,2000	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,042	130	0,750	4,762	4,762	480,00	2	416,7	416,7	
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094	0,094	30,00	24	5333,3	5333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,090

Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											5,064
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,197
STROPO_SG Dach 45,1 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIA36	0,1600	Styropian ułożony szczelnie.	0,036	30	1,460	4,444	4,444	12,00	60	13333,3	13333,3
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,050	30	1,460	2,000	2,000	12,00	60	8333,3	8333,3
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,800	2500	0,840	0,089	0,089	30,00	24	5333,3	5333,3
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,017	0,017	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											6,779
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,148
STROPO_W Stropodach wentylowany 93,3 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
ŻELBET	0,0700	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,041	0,041	30,00	24	2333,3	2333,3
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,000
WEŁNA-PŁ-S	0,2000	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,042	130	0,750	4,762	4,762	480,00	2	416,7	416,7
WEŁNAF-STR	0,1000	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	1,923	1,923	480,00	2	208,3	208,3
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:											7,073
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:											0,141
STROPO_WEJ Dach 45,1 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIA36	0,1600	Styropian ułożony szczelnie.	0,036	30	1,460	4,444	4,444	12,00	60	13333,3	13333,3
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7

STYROPIAN	0,1000	Styropian - inne przypadki.	0,050	30	1,460	2,000	2,000	12,00	60	8333,3	8333,3	
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,800	2500	0,840	0,089	0,089	30,00	24	5333,3	5333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,900	1850	0,840	0,017	0,017	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											6,779	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,148	
STROPO WIN Dach 38,3 cm												
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
STYROPIANS	0,2000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,000	5,000	12,00	60	16666,7	16666,7	
ŻELBET	0,1600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,094	0,094	30,00	24	5333,3	5333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											5,297	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,189	
STROPO ZSG Stropodach wentylowany 94,3 cm												
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
ŻELBET	0,0700	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,041	0,041	30,00	24	2333,3	2333,3	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m2·K/W]:											0,160	
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:											0,000	
WEŁNA-PŁ-S	0,1600	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,042	130	0,750	3,810	3,810	480,00	2	333,3	333,3	
WEŁNAF-STR	0,1500	Filce i maty z wełny minerlanej w stropi	0,052	70	0,750	2,885	2,885	480,00	2	312,5	312,5	
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,090	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											7,082	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,141	
STRPIW Strop ciepło do góry 35,5 cm												
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												

TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889	0,889	12,00	60	3333,3	3333,3	
STRZELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											1,347	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,743	
STRW	Strop ciepło do góry 35,5 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STYROPIAN	0,0400	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,889	0,889	12,00	60	3333,3	3333,3	
STRZELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											1,347	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,743	
SW	Ściana wewnętrzna 14,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
SIPOREX-6	0,1200	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,400	0,400	75,87	9	1581,7	1581,7	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,012	0,012	45,00	16	222,2	222,2	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,130	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											0,684	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											1,461	

SZ	Ściana zewnętrzna 43,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0050	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,006	0,006	45,00	16	111,1	111,1	
STYROPIA38	0,1600	Styropian ułożony szczelnie.	0,038	30	1,460	4,211	4,211	12,00	60	13333,3	13333,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
GAZOBET-06	0,2400	Gazobeton 06.	0,174	600	1,000	1,379	1,379	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											5,803	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,172	
SZO	Ściana zewnętrzna 48,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
STYROPIANS	0,2100	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,250	5,250	12,00	60	17500,0	17500,0	
TYNK-CW	0,0050	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,006	0,006	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											6,263	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,160	
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie 41,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
STYROPIA32	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,032	30	1,460	4,375	4,375	12,00	60	11666,7	11666,7	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	



SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												7,217
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,139
SZPGW	Ściana zewnętrzna przy gruncie 27,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20 m												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												1,072
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,908
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,524
SZPIW	Ściana zewnętrzna 41,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
STYROPIA32	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,032	30	1,460	4,375	4,375	12,00	60	11666,7	11666,7	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
SIPOREX-6	0,2400	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,300	600	1,000	0,800	0,800	75,87	9	3163,3	3163,3	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												5,387
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,186

## Załącznik nr 3

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Nr	Opis	$\theta_{int,H}$ °C	A m <sup>2</sup>	V m <sup>3</sup>	n 1/h	Vv m <sup>3</sup> /h
1	Korytarz	20,0	2311,45	7334,70	0,5	3667,4
2	Sale lekcyjne	20,0	2367,44	7339,11	2,0	14678,2
3	Pom. Pomocnicze	20,0	1838,71	5978,59	0,5	2989,3
4	Biurowe	20,0	49,43	153,23	1,0	153,2
5	Sala gimnastyczna	20,0	638,68	2139,57	0,50	1069,8
Razem				22945,2		22557,9

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego  $0,98 \text{ h}^{-1}$

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego  $V_{nom} = \Psi = 22\,558 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne

	Stan obecny	Stan obecny	Stan obecny
$c_r$	1,00	1,00	1,00
$c_w$	1,00	1,00	1,00
$c_m$	1,00	1,00	1,00

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$c_r * c_w * V_{nom}$  22 557,9 22 557,9

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$c_m * \Psi$  22 557,9 22 557,9

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

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan obecny - węzeł cieplny + wymyennik pojemnościowy	Stan obecny - węzeł cieplny + wymyennik pojemnościowy
(1)	(2)	(3)	(3)
ciepło właściwe wody $c_w$	$\text{kJ/kg}\cdot\text{deg}$	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	$\text{kg/m}^3$	1	1
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	$\text{l/os}$	15	15
jed.odniesienia - ilość osób $L$	os	500	500
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	$\text{dm}^3/\text{m}^2/\text{dzień}$	0,80	0,80
temperatura wody ciepłej na zaworze czerpialnym $\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody zimnej $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
Powierzchnia ogrzewana o regulowanej temperaturze $A_f$	$\text{m}^2$	9046,30	9046,30
współczynnik korekcyjny temp. $k_R$	-	0,55	0,55
czas użytkowania $t_r$	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{w,nd}$ $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot A_f\cdot c_w\cdot\rho_w\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_R\cdot t_R/3600$	$\text{kWh/rok}$	76 092,3	76 092,3
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,92	0,97
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,60	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,65	0,86
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,3588	0,66736
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	$\text{kWh/a}$	212 074,3	114 019,8
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	$\text{GJ/a}$	763,5	410,5
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L\cdot V_{cw})/(18\cdot 1000)$	$\text{m}^3/\text{h}$	0,750	0,750
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32\cdot L^{-0,244}$	-	2,046	2,046
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 $\text{m}^3$ wody $Q_{cwj}=c_w\cdot\rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_t/\eta_{w,tot}/10^3$	$\text{GJ/m}^3$	0,67264	0,36164
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}\cdot Q_{cwj}\cdot N_h\cdot 10^6/3600$	$\text{kW}$	286,7	154,1
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	$\text{kW}$	140,1	75,3
Koszt przygotowania c.w.u.	zł	87784,3	47196,4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla  
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,486	2543,56
2	0,487	2547,21
3	0,497	2573,04
4	0,509	2668,70
5	0,510	2674,31
6	0,571	3186,31
7	0,573	3204,00
8	0,593	3379,92
9	0,593	3379,92
0 - stan istniejący	0,593	3379,92