



# AUDYT ENERGETYCZNY

## Liceum Ogólnokształcącego nr 1 w Grudziądzu



Adres budynku:

Ul. H. Sienkiewicza 27  
86-300 Grudziądz

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

Grudziądz, czerwiec 2016



## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	budynek główny i sala gimnastyczna –1920 dobudówka –1978
1.3 Inwestor	Miasto i Gmina Grudziądz	1.4 Adres budynku	Ul. H. Sienkiewicza 27 86-300 Grudziądz
2. NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄDEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
3. IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
4. WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR OZC			
5. MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 18.06.2016	
6. SPIS TREŚCI:			



## Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....	2
2. Karta audytu energetycznego budynku .....	5
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora .....	10
Dokumentacja projektowa.....	10
Inne dokumenty .....	10
Wizja lokalna.....	10
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora .....	10
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	10
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	11
Dane podstawowe .....	11
Charakterystyka przegród zewnętrznych .....	23
Charakterystyka systemu ogrzewania .....	24
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej .....	25
Charakterystyka systemu wentylacji .....	25
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.....	26
Przegrody zewnętrzne .....	26
Okna i drzwi.....	26
System grzewczy .....	26
System zaopatrzenia w ciepłą wodę.....	26
Wentylacja.....	26
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy.....	27
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	28
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie .....	29
Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w podziale na budynki .....	45
7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego .....	46
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	47
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	48
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	49
Optymalny wariant termomodernizacyjny .....	50
Optymalny wariant termomodernizacyjny .....	52
8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego.....	53
Opis wykonanych robót.....	53



Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji .....	54
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	55
9. Załączniki do audytu .....	56



## 2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	budynek główny - II sala gimnastyczna - I dobudówka - III	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	17 295,2	
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	3 815,7	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	3 815,7	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Węzeł cieplny	
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	Węzeł cieplny	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,22	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM			
1.	BG PG – podłoga na gruncie	0,278	0,278
2.	BG PWP – podłoga w piwnicy	0,294	0,294
3.	BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,705	0,189
4.	BG SW – ściana wewnętrzna	1,210	0,292
5.	BG SZ 38 – ściana zewnętrzna	1,428	0,226
6.	BG SZ 51 – ściana zewnętrzna	1,151	0,242
7.	BG SZ 64 – ściana zewnętrzna	0,964	0,232



8.	BG SZ 88 – ściana zewnętrzna	0,741	0,241
9.	BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,525	0,525
10.	DB PG – dobudówka podłoga na gruncie	0,278	0,278
11.	DB STP – dobudówka stropodach niewentylowany	0,609	0,197
12.	DB SZ – dobudówka ściana zewnętrzna	1,653	0,239
13.	SAN PG – sanitariat podłoga na gruncie	0,280	0,280
14.	SAN STP – sanitariat stropodach niewentylowany	0,609	0,197
15.	SAN SZ – sanitariat ściana zewnętrzna	1,653	0,239
16.	BG DRZ – drzwi zewnętrzne	2,000	2,000
17.	BG OS – okna stare	2,500	2,500
18.	DB DRZ – dobudówka drzwi zewnętrzne	2,000	2,000
19.	DB ON – dobudówka okna nowe	1,300	1,300
20.	SAN OS – sanitariat okna stare	2,500	2,500
SALA GIMNASTYCZNA			
21.	S DACH – dach sali gimnastycznej	1,383	0,200
22.	S PG – podłoga na gruncie	0,266	0,266
23.	S STP – stropodach niewentylowany	1,318	0,198
24.	S SZ 38 – ściana zewnętrzna	1,428	0,226
25.	S SZ 51 – ściana zewnętrzna	1,151	0,242
26.	S DRZ – drzwi zewnętrzne	2,800	2,800
27.	S ON – okna nowe	1,300	1,300
28.	S OS – okna stare	2,500	2,500



SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
SALA GIMNASTYCZNA			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,77
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,65	0,65



CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/kanały	Okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	8 647,9	8 647,9
4.	Liczba wymian [l/h]	0,5	0,5
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	799,0	647,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	26,1	26,1
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 454,60	1 224,07
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 051,91	1 511,69
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	302,48	302,48
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 178,13	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	217,81	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> *rok]	178,69	89,11
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> *rok]	222,17	110,05
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0





OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	60,18	60,18
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	11 666,40	11 666,40
3.	Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> cwu [zł]	29,85	29,85
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	11 666,40	11 666,40
5.	Opłata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	48,13	23,59
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	0	0
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	688 382	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	45,92
Planowane koszty całkowite	983 403	Premia termomodernizacyjna [zł]	137 676
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		94 463	

\*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

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

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



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

#### **Dokumentacja projektowa**

- Dokumentacja techniczna obiektu
- Protokoły nr 64-68/2016 z oceny stanu technicznego budynku

#### **Inne dokumenty**

- Ustawa z dnia 21 listopada o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Opinia konserwatora zabytków
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.7

#### **Wizja lokalna**

- 22.03.2016 r.

#### **Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora**

- Obniżenie kosztów ogrzewania obiektów poprzez docieplenie przegród zewnętrznych

#### **Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 300 000 zł



#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### Dane podstawowe

Własność:	Gmina – Miasto Grudziądz
Przeznaczenie budynku:	obiekt użyteczności publicznej
Adres:	ul. Sienkiewicza 27, Grudziądz
Rok budowy:	budynek główny i sala gimnastyczna – około 1920 dobudówka – około 1978
Technologia budynku:	tradycyjna
Budynek podpiwniczony	częściowo
Liczba kondygnacji	budynek główny - II sala gimnastyczna - I dobudówka - III

W skład kompleksu wchodzi budynek szkolny z dobudowanym skrzydłem w zabudowie wolnostojącej (obiekty połączone łącznikiem) oraz sala gimnastyczna stanowiąca oddzielny budynek. Budynek główny szkoły zbudowany w technologii tradycyjnej, murowany z cegły klinkierowej, z dachem o drewnianej, krokwiowo-płatwiowej konstrukcji, przykryty papą. Stolarka okienna częściowo wymieniona, PVC i drewniana. Obiekt dwukondygnacyjny, zlokalizowany w centrum miasta. Obiekt znajduje się pod opieką konserwatora zabytków.

Dobudówka to obiekt trzykondygnacyjny o konstrukcji tradycyjnej, murowany z cegły. Dach płaski o konstrukcji żelbetowej, pokryty papą. Stolarka okienna drewniana. Obiekt nie podpiwniczony.

Sala gimnastyczna zbudowana w technologii tradycyjnej, murowana z cegły klinkierowej. Dach płaski, pokryty papą i dachówką ceramiczną karpiówką. Stolarka okienna częściowo wymieniona, PVC i drewniana.

Budynek główny:













Dobudowane skrzydło:



Sanitariat przy budynku głównym:





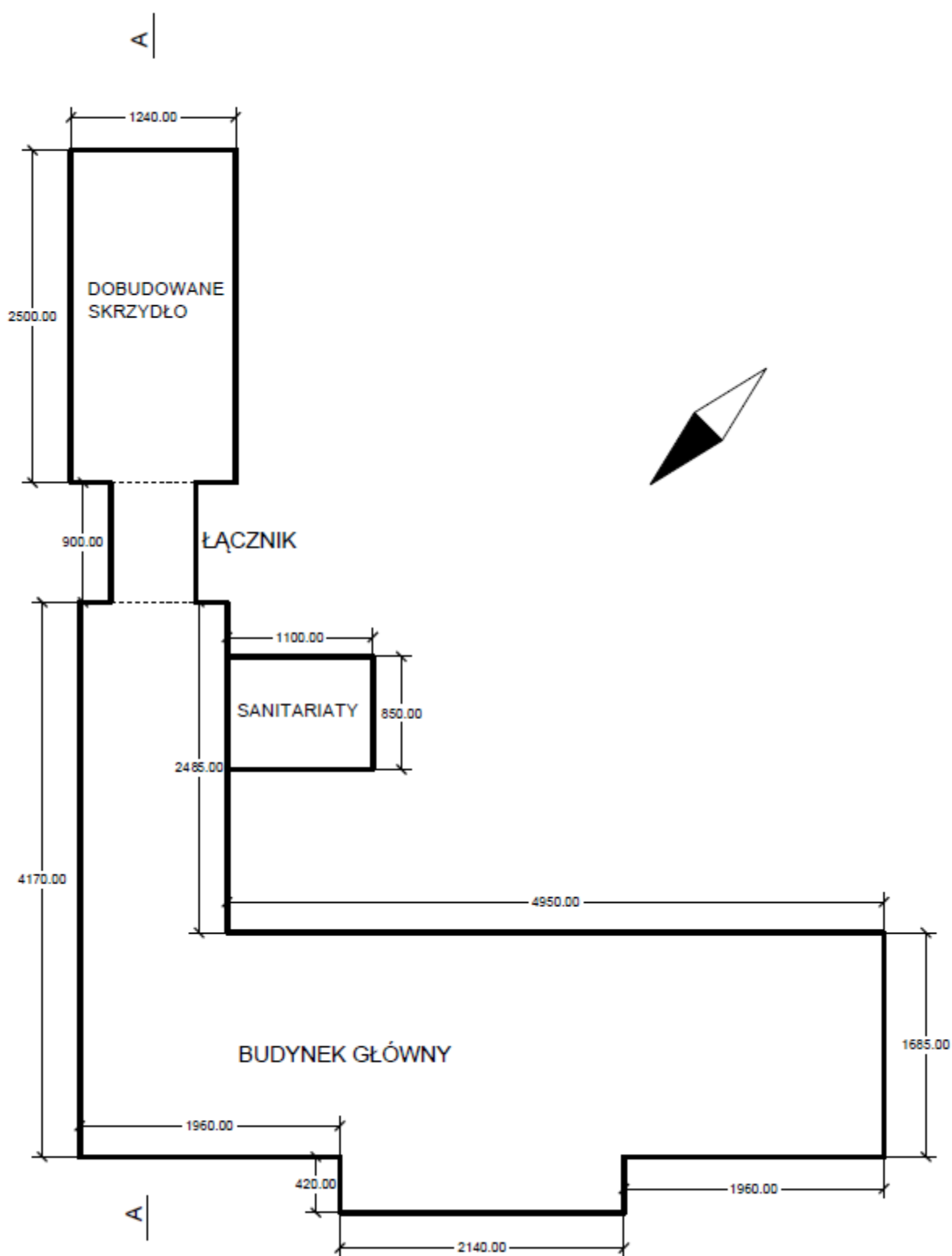
Sala gimnastyczna:

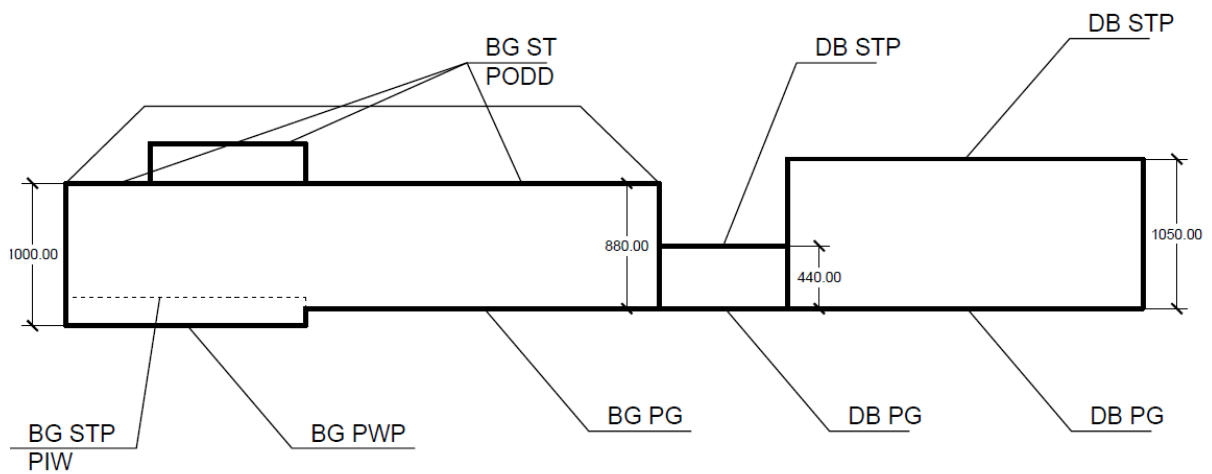




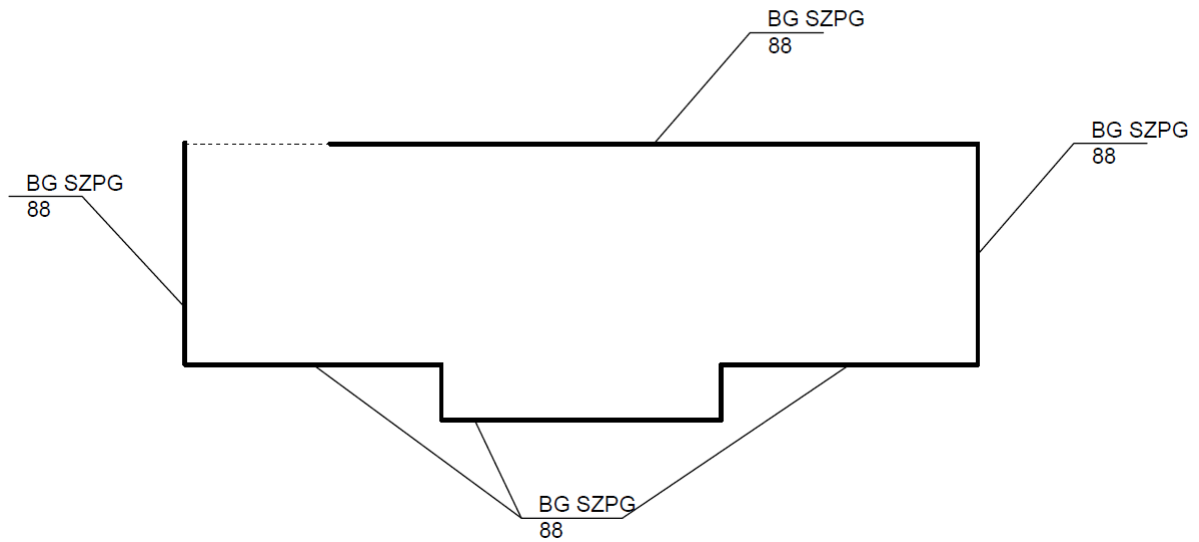




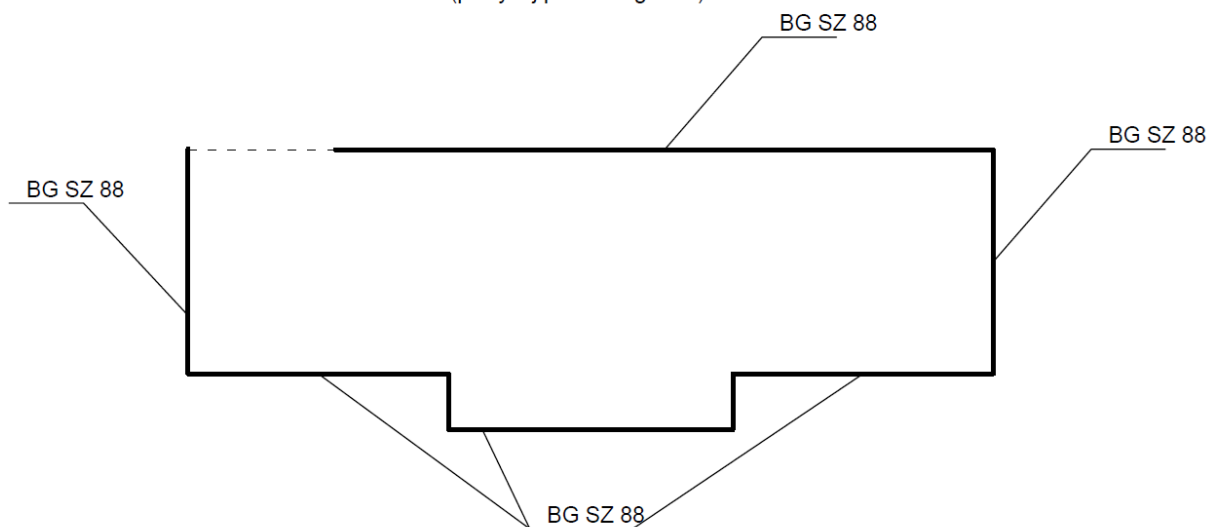


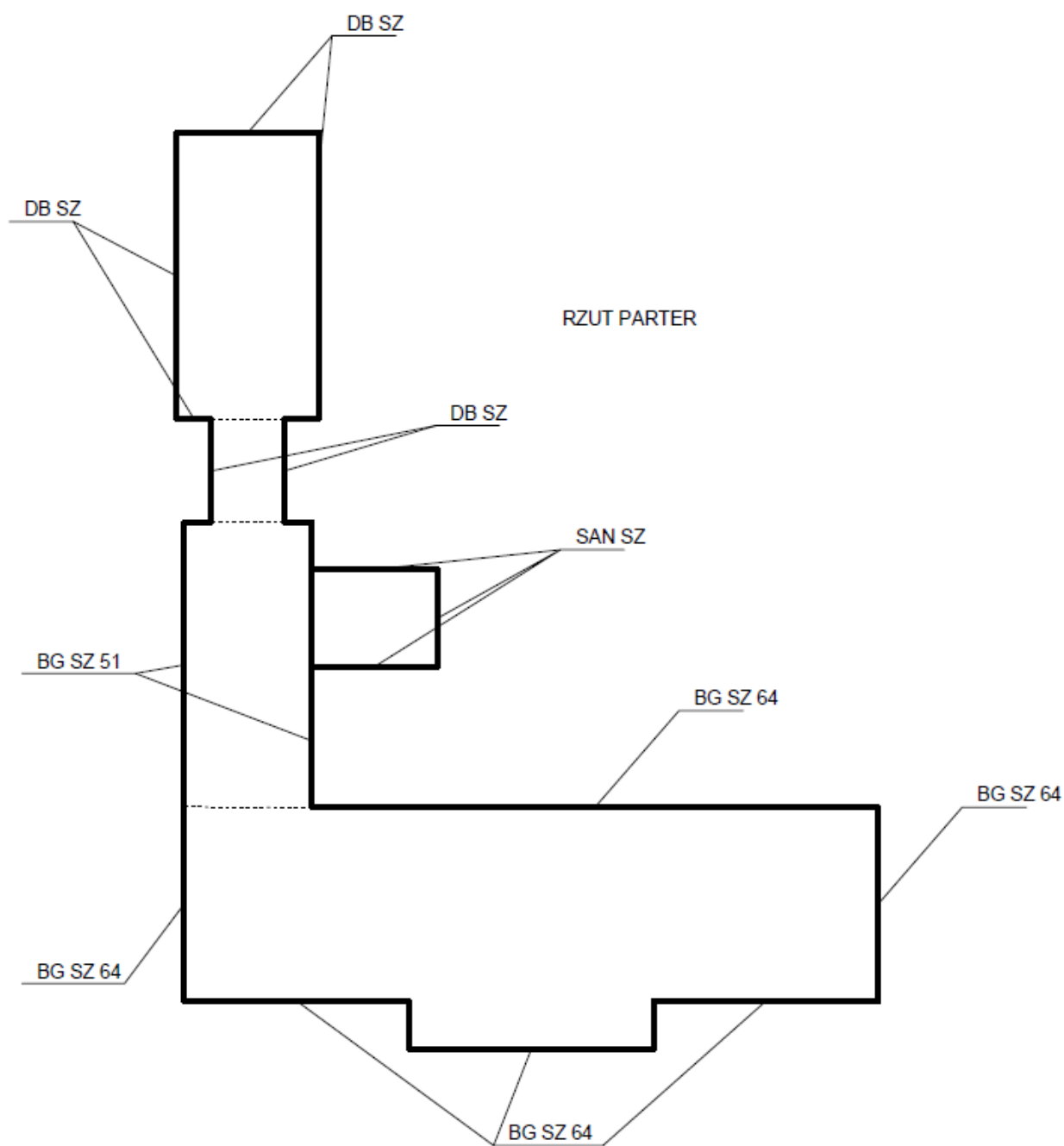


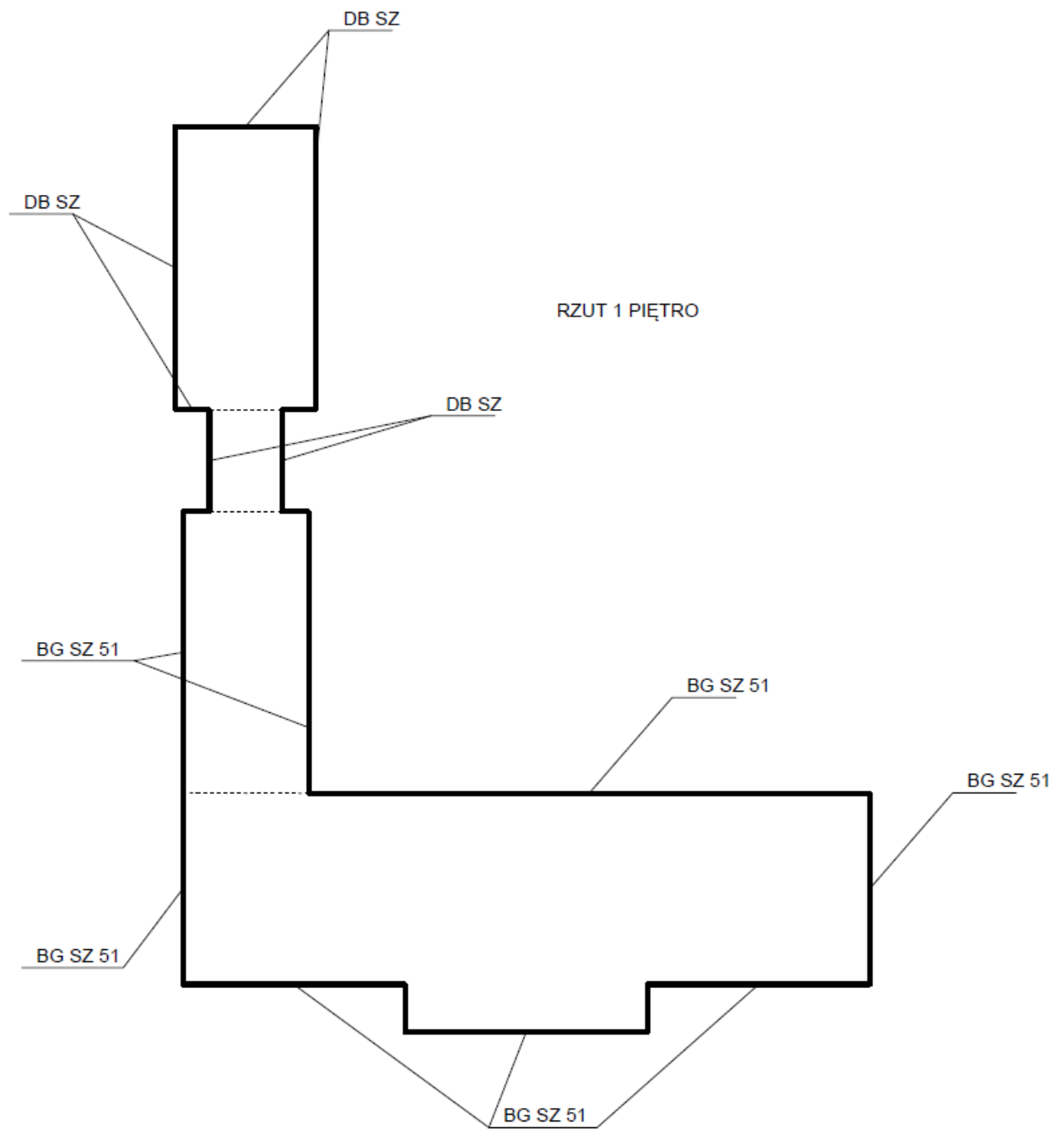
RZUT PIWNICA (poniżej poziomu gruntu)



RZUT PIWNICA (powyżej poziomu gruntu)



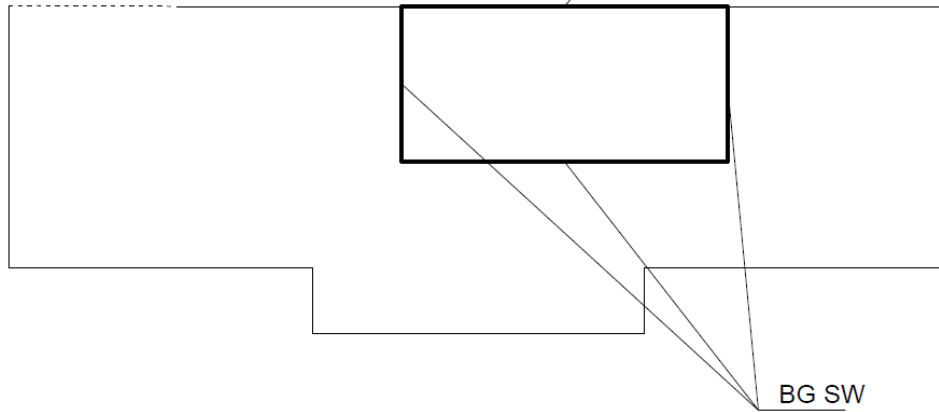






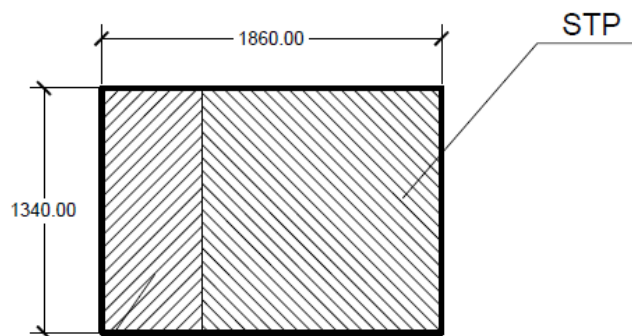
RZUT PODDASZE

BG SZ 38



SALA  
GIMNASTYCZNA

A

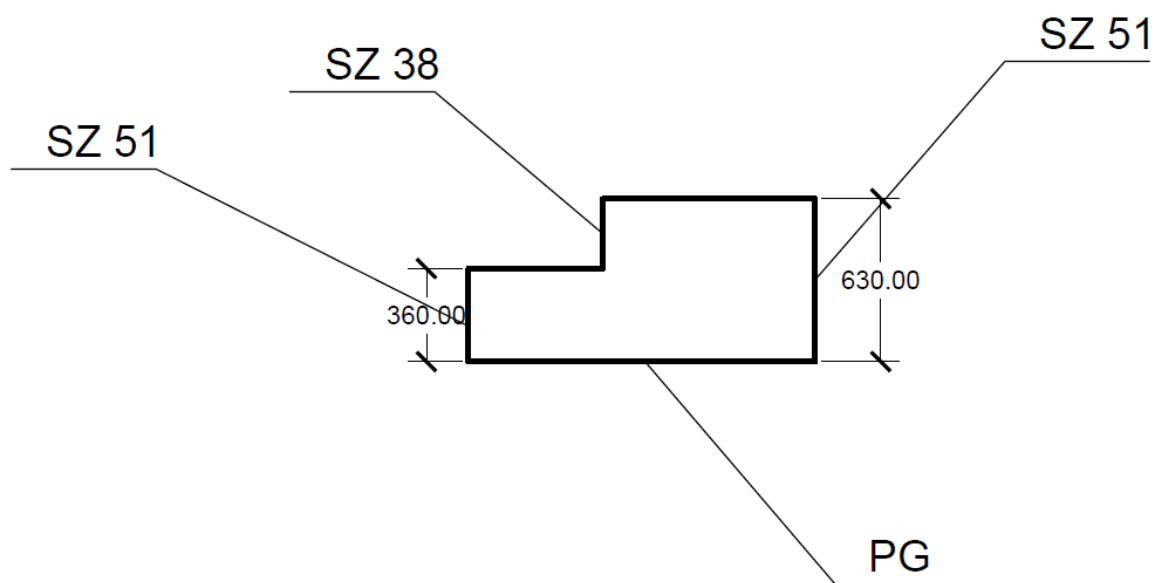


DACH

A



A-A





## Charakterystyka przegród zewnętrznych

Lp.	Opis	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U max wg wskaźników od 01.01.2014 r. [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM				
1.	BG PG – podłoga na gruncie	259,00	0,278	0,300
2.	BG PWP – podłoga w piwnicy	1 107,01	0,294	0,300
3.	BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem	1 366,00	0,705	0,200
4.	BG SW – ściana wewnętrzna	121,44	1,210	0,300
5.	BG SZ 38 – ściana zewnętrzna	52,51	1,428	0,250
6.	BG SZ 51 – ściana zewnętrzna	719,87	1,151	0,250
7.	BG SZ 64 – ściana zewnętrzna	444,81	0,964	0,250
8.	BG SZ 88 – ściana zewnętrzna	99,68	0,741	0,250
9.	BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie	195,36	0,525	
10.	DB PG – dobudówka podłoga na gruncie	367,60	0,278	0,300
11.	DB STP – dobudówka stropodach niewentylowany	367,60	0,609	0,200
12.	DB SZ – dobudówka ściana zewnętrzna	638,24	1,653	0,250
13.	SAN PG – sanitariat podłoga na gruncie	93,50	0,280	0,300
14.	SAN STP – sanitariat stropodach niewentylowany	93,50	0,609	0,200
15.	SAN SZ – sanitariat ściana zewnętrzna	127,90	1,653	0,250
16.	BG DRZ – drzwi zewnętrzne	33,59	2,000	1,700
17.	BG OS – okna stare	421,06	2,500	1,300
18.	DB DRZ – dobudówka drzwi zewnętrzne	9,60	2,000	1,700
19.	DB ON – dobudówka okna nowe	188,60	1,300	1,300



20.	SAN OS – sanitariat okna stare	6,30	2,500	1,300
SALA GIMNASTYCZNA				
1.	S DACH – dach sali gimnastycznej	95,81	1,383	0,200
2.	S PG – podłoga na gruncie	383,24	0,266	0,300
3.	S STP – stropodach niewentylowany	309,54	1,318	0,200
4.	S SZ 38 – ściana zewnętrzna	62,37	1,428	0,250
5.	S SZ 51 – ściana zewnętrzna	353,07	1,151	0,250
6.	S DRZ – drzwi zewnętrzne	4,60	2,800	1,700
7.	S ON – okna nowe	8,58	1,300	1,300
8.	S OS – okna stare	36,05	2,500	1,300

### Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne wodne
2.	Parametry pracy	60/90
3.	Przewody w instalacji	Instalacja z rur stalowych
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, żeberkowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostaticzne	zamontowane
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	6/19





### **Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnego przygotowania, bez obiegów cyrkulacyjnych. Źródło ciepła to węzeł cieplny. Rury stalowe. Punkty poboru standardowe.

### **Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna - grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m <sup>3</sup> /h	8 647,6



## **5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku**

### **Przegrody zewnętrzne**

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów, obowiązujących od 2014 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), przez co generowane są duże straty ciepła. Wymogi spełniają jedynie: podłoga w piwnicy.

### **Okna i drzwi**

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2014 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), przez co generowane są duże straty ciepła.

### **System grzewczy**

Instalacja zasilana z OPEC. Stan instalacji oraz węzła c.o. dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi zaizolowanymi.

### **System zaopatrzenia w ciepłą wodę**

Instalacja zasilana z OPEC. Stan instalacji oraz węzła dobry.

### **Wentylacja**

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach oraz kanały wentylacyjne.



### Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne - niespełniające aktualnych wymogów - generujące duże straty ciepła	Docieplenie przegród pionowych od wewnątrz płytami Multipor oraz stropodachów styropapą i granulatem styropianowym
2.	Okna i drzwi: - niewymienione - generowane duże straty ciepła	Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania $U = 1,300$
3.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - stan instalacji dobry	Nie przewiduje się wprowadzania zmian
4.	System grzewczy - grzejniki płytowe - zawory termostatyczne	Nie przewiduje się wprowadzania zmian



## 6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 18°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych 3729 dzień\*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni $S_d$ :			
Dane wyjściowe:			
a) stacja meteorologiczna:		Toruń	
b) obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ :		20°C	
MIESIĄC	$t_e(m)$	Ld(m)	$S_d$
Styczeń	-0,7	31	642
Luty	-0,9	28	585
marzec	3,3	31	518
kwiecień	6,8	30	396
maj	13,6	10	64
czerwiec	17,2	0	0
lipiec	17,0	0	0
sierpień	16,3	0	0
Wrzesień	13,6	5	32
październik	7,7	31	381
Listopad	2,4	30	528
Grudzień	1,2	31	583
$S_d =$			3 729



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

### BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM

#### 1) BG STP PODD strop pod nieogrzewanym poddaszem budynek główny

Przegroda nr		1	Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A = 1366,0 m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A <sub>o</sub> = 1 434,3 m <sup>2</sup>		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T <sub>wo</sub> = 20 <sup>0</sup> C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T <sub>zo</sub> = -18 <sup>0</sup> C		
	Liczba stopniocdni dla przegrody				Sd= 3 729 dzień *K/rok		
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament		
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ		A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c		
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ		A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					0,705 W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					styropian grafitowy		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,031 W/m*K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do					10,0 cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do					11,0 cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do					12,0 cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do					13,0 cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	11,0	12,0	13,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	3,23	3,55	3,87	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	1,418	4,648	4,968	5,288	5,608
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	310,4	94,7	88,6	83,2	78,5
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0366	0,0112	0,0104	0,0098	0,0093
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	16 537 zł	17 016 zł	17 425 zł	17 778 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	118,0	122,0	126,0	150,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	169 247 zł	174 985 zł	180 722 zł	215 145 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	10,23	10,28	10,37	12,10
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	0,705	0,215	0,201	0,189	0,178

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **12 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **3**

Koszt: **180 722 zł**

SPBT: **10,37 lat**



2) BG SW – ściana wewnętrzna

Przełoda nr		2	Nazwa:	Ściana wewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła			A = 121,4 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 127,5 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrzneę			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrzneę			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniodni dla przełody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666.40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0.00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,210 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropian grafitowy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				6,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				7,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				8,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				9,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	7,0	8,0	9,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	1,94	2,26	2,58	2,90
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,826	2,766	3,086	3,406	3,726
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	47,4	14,1	12,7	11,5	10,5
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0056	0,0017	0,0015	0,0014	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	2 550 zł	2 662 zł	2 748 zł	2 837 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	98,0	102,0	106,0	110,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	12 495 zł	13 005 zł	13 515 zł	14 025 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	4,9	4,89	4,92	4,94
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,210	0,362	0,324	0,292	0,268

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu grafitowego o grubości **8 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoda spełnia wymagania obowiązujące od **1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: 3

Koszt: **13 515 zł**

SPBT: **4,92 lat**



### 3) BG SZ 38 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		3	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			$A = 52,5 \text{ m}^2$
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			$A_o = 55,1 \text{ m}^2$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} = 20 \text{ }^0\text{C}$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} = -18 \text{ }^0\text{C}$
	Liczba stopniodni dla przegrody			$S_d = 3\,729 \text{ dzień} \cdot \text{K/rok}$
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
$O_{m0} = 11\,666,40 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 60,18 \text{ zł/GJ}$	$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$
$O_{m0} = 11\,666,40 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 60,18 \text{ zł/GJ}$	$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,428 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				20,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,700	3,960	4,420	4,890	5,350
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	24,2	4,3	3,8	3,5	3,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0029	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 534 zł	1 564 zł	1 596 zł	1 614 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	326,0	365,0	404,0	443,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	17 963 zł	20 112 zł	22 260 zł	24 409 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	11,71	12,86	13,95	15,12
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,428	0,253	0,226	0,204	0,187

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości **16 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **2**

Koszt: **20 112 zł**

SPBT: **12,86 lat**



4) BG SZ 51 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		4	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 719,9 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 755,9 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,151 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	14,0	16,0	18,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,79	3,26	3,72	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,869	3,659	4,129	4,589	5,059
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	266,9	63,4	56,2	50,5	45,8
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0315	0,0075	0,0066	0,0060	0,0054
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	15 607 zł	16 166 zł	16 593 zł	16 960 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	285,0	326,0	265,0	404,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	215 432 zł	246 423 zł	200 314 zł	305 384 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	13,80	15,24	12,07	18,01
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,151	0,273	0,242	0,218	0,198

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: 2

Koszt: 246 423 zł

SPBT: 15,24 lat





5) SZ 64 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		5	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 444,8m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 467,0 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 <sup>0</sup> C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 <sup>0</sup> C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,964 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	14,0	16,0	18,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,79	3,26	3,72	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	1,037	3,827	4,297	4,757	5,227
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	138,2	37,4	33,4	30,1	27,4
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0163	0,0044	0,0039	0,0036	0,0032
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	7 732 zł	8 043 zł	8 283 zł	8 502 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	285,0	326,0	365,0	404,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	133 095 zł	152 242 zł	170 455 zł	188 668 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	17,21	18,93	20,58	22,19
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	0,964	0,261	0,232	0,210	0,191

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości **14 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: 2

Koszt: **152 242 zł**

SPBT: **18,93 lat**



6) SZ 88 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		6	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 99,7 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 104,7 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,741 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				10,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,33	2,79	3,26	3,72
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	1,350	3,680	4,140	4,610	5,070
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	23,8	8,7	7,8	7,0	6,3
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0028	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 161 zł	1 229 zł	1 291 zł	1 347 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	243,0	285,0	326,0	365,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	25 442 zł	29 840 zł	34 132 zł	38 216 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	21,91	24,28	26,44	28,37
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	0,741	0,272	0,241	0,217	0,197

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości **12 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **2**

Koszt: **29 840 zł**

SPBT: **24,28 lat**



7) BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przegroda nr		7	Nazwa:	dach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 195,4 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 105,2 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,525 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropian grafitowy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				4,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				5,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				6,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				7,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	4,0	5,0	6,0	7,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	1,29	1,61	1,94	2,26
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	2,285	3,575	3,895	4,225	4,545
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	27,6	17,6	16,2	14,9	13,9
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0032	0,0021	0,0019	0,0018	0,0016
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	756 zł	868 zł	960 zł	1 048 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	245,0	250,0	255,0	260,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	50 274 zł	51 300 zł	52 326 zł	53 352 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	66,50	59,10	54,51	50,91
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	0,525	0,280	0,257	0,237	0,220

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu grafitowego o grubości **7 cm** ze względu na najniższy współczynnik SPBT. Przy tej grubości przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: 4

Koszt: **53 352zł**

SPBT: **50,91 lat**



8) DB + SAN STP – stropodach dobudówka i sanitariat

Przegroda nr		8	Nazwa:	stropodach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 461,1 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 484,2 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,609 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropapa			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,035 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				10,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				11,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				13,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	11,0	12,0	13,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,86	3,14	3,43	3,71
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	1,642	4,502	4,782	5,072	5,352
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	90,5	33,0	31,1	29,3	27,8
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0107	0,0039	0,0037	0,0035	0,0033
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	4 412 zł	4 555 zł	4 693 zł	4 801 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	88,0	90,0	92,0	94,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	42 610 zł	43 578 zł	44 546 zł	45 515 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	9,66	9,57	9,48	9,51
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	0,609	0,222	0,209	0,197	0,187

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości **12 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **3**

Koszt: **44 546 zł**

SPBT: **9,48 lat**



9) DB + SAN SZ – ściana zewnętrzna dobudówka i sanitariat

Przegroda nr		9	Nazwa:	stropodach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 766,1 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 804,4 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd= 3 729 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,653 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropian grafitowy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				9,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				10,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				11,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	9,0	10,0	11,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,90	3,23	3,55	3,87
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,605	3,505	3,835	4,155	4,475
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	408,0	70,4	64,4	59,4	55,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0481	0,0083	0,0076	0,0070	0,0065
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	25 889 zł	26 348 zł	26 733 zł	27 055 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	114,0	118,0	122,0	126,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	91 702 zł	94 919 zł	98 137 zł	101 354 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	3,54	3,60	3,67	3,75
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,653	0,285	0,261	0,239	0,223

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu grafitowego o grubości **11 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **3**

Koszt: **98 137 zł**

SPBT: **3,67 lat**



10) OS BG + SAN – okna stare w budynku głównym i sanitariacie

Okna		
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} = 8\,648\, m^3/h$
	Współczynnik U	$U=2,5\, W/m^2K$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} = 20\, ^\circ C$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} = -18\, ^\circ C$
	Liczba stopniodni dla przegrody	$Sd = 3\,729\, \text{dzień} \cdot K/\text{rok}$
Taryfa opłat za ciepło:		
	Opłaty stałe	Opłaty zmienne Abonament
	$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł/MW} \cdot m \cdot c$	$O_{z0} = 60,18\, \text{zł/GJ}$ $A_{b0} = 0,00\, \text{zł/m} \cdot c$
	$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł/MW} \cdot m \cdot c$	$O_{z0} = 60,18\, \text{zł/GJ}$ $A_{b1} = 0,00\, \text{zł/m} \cdot c$

Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:		$U_{ok} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 2:		$U_{ok} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 3:		$U_{ok} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istn.	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		$m^2$	427,4			
2	Współczynnik przenikania		$W/(m^2 \cdot K)$	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
		$C_w$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	344,3	179,0	165,2	151,5
5	$2.94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$		GJ/a	948,1	948,1	948,1	948,1
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$		GJ/a	1292,4	1127,1	1113,3	1099,6
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo}-t_{zo}) \cdot U$		MW	0,0406	0,0211	0,0195	0,0179
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo}-t_{zo})$		MW	0,1117	0,1117	0,1117	0,1117
9	$q_0, q_1 = \text{poz 7} + \text{poz. 8}$		MW	0,1523	0,1328	0,1312	0,1296
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/rok	-	12 678	13 732	14 781
11	Cena jednostkowa wym.okien		zł/m <sup>2</sup>	-	950	1100	1250
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$		zł	-	406 030 zł	470 140 zł	534 250 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$		-	-	32,03	34,24	36,14

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania  $U = 1,3$  jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.

Wariant optymalny: 1

Koszt: 406 030 zł

SPBT: 32,03 lat



## SALA GIMNASTYCZNA

### 11) S DACH – dach sali gimnastycznej

Przegroda nr		11	Nazwa:	dach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 95,8 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 100,6 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 16 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniociepno dla przegrody			Sd= 2 821 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666.40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0.00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,383 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				wełna mineralna			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,049* W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				19,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				20,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				21,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	19,0	20,0	21,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	3,67	3,88	4,08	4,29
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,723	4,393	4,603	4,803	5,013
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	32,3	5,3	5,1	4,9	4,7
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0045	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	2 078 zł	2 089 zł	2 101 zł	2 126 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	185,0	190,0	195,0	200,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	18 611 zł	19 114 zł	19 617 zł	20 120 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	8,96	9,15	9,34	9,46
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,383	0,228	0,217	0,208	0,200

\*przegroda niejednorodna

Wybrano ocieplenie wełną mineralną o grubości **21 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **4**

Koszt: **20 120 zł**

SPBT: **9,46 lat**





12) S STP – stropodach niewentylowany

Przegroda nr		12	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 309,5 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 325,0 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 16 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 2 821 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,318 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropapa			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,035 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				13,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				15,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	3,71	4,00	4,29	4,57
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,759	4,469	4,759	5,049	5,329
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	99,4	16,9	15,9	14,9	14,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0139	0,0024	0,0022	0,0021	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	6 333 zł	6 418 zł	6 490 zł	6 544 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	94,0	96,0	98,0	100,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	30 550 zł	31 200 zł	31 850 zł	32 500 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	4,8	4,86	4,91	4,97
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,318	0,224	0,210	0,198	0,188

Wybrano ocieplenie styropapą o grubości **15 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: 3

Koszt: **31 850 zł**

SPBT: **4,91 lat**





13) S SZ 38 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		13	Nazwa:	ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			$A = 62,4 \text{ m}^2$
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			$A_o = 65,5 \text{ m}^2$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} = 16 \text{ }^0\text{C}$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} = -18 \text{ }^0\text{C}$
	Liczba stopniocdni dla przegrody			$S_d = 2\,821 \text{ dzień} \cdot \text{K/rok}$
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
$O_{m0} = 11\,666,40 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 60,18 \text{ zł/GJ}$	$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$
$O_{m0} = 11\,666,40 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$			$O_{z0} = 60,18 \text{ zł/GJ}$	$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,428 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				20,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,700	3,960	4,420	4,890	5,350
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	21,7	3,8	3,4	3,1	2,8
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0030	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 375 zł	1 398 zł	1 429 zł	1 446 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	326,0	365,0	404,0	443,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	21 353 zł	23 908 zł	26 462 zł	29 017 zł
9	SPBT= Nu/ΔQu	lata	-	15,53	17,10	18,52	20,07
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,428	0,253	0,226	0,204	0,187

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości **16 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **2**

Koszt: **23 908 zł**

SPBT: **17,10 lat**



14) S SZ 51 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr		14	Nazwa:	ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A = 353,1 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 370,8 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 16 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			Sd= 2 821 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:				
Opłaty stałe			Opłaty zmienne	Abonament
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m0</sub> = 11 666,40 zł/MW*m-c			O <sub>z0</sub> = 60,18 zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				1,151 W/m²K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody od wewnątrz z użyciem				plyta Multipor			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,043 W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona do				12,0 cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona do				14,0 cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona do				16,0 cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona do				18,0 cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	14,0	16,0	18,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²K/W	-	2,79	3,26	3,72	4,19
3	opór cieplny przegrody R	m²K/W	0,869	3,659	4,129	4,589	5,059
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A/R	GJ/a	99,0	23,5	20,8	18,8	17,0
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0138	0,0033	0,0029	0,0026	0,0024
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	5 792 zł	6 003 zł	6 159 zł	6 290 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²	-	285,0	326,0	365,0	404,0
8	Koszt usprawnienia Nu	zł	-	105 678 zł	120 881 zł	135 342 zł	149 803 zł
9	SPBT= Nu/ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	18,25	20,14	21,97	23,82
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²*K)	1,151	0,273	0,242	0,218	0,198

Wybrano ocieplenie od wewnątrz za pomocą płyt Multipor o grubości **14 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant optymalny: **2**

Koszt: **120 881 zł**

SPBT: **20,14 lat**



# 15) S DRZ – drzwi zewnętrzne

Drzwi		
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} = 1\,700\, m^3/h$
	Współczynnik U	$U = 2,8\, W/m^2K$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} = 16\, ^\circ C$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} = -18\, ^\circ C$
	Liczba stopniodni dla przegrody	$Sd = 2\,821\, \text{dzień} \cdot K/\text{rok}$
Taryfa opłat za ciepło:		
Opłaty stałe		Opłaty zmienne
$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł/MW} \cdot m \cdot c$		$O_{z0} = 60,18\, \text{zł/GJ}$
$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł/MW} \cdot m \cdot c$		$O_{z0} = 60,18\, \text{zł/GJ}$
		Abonament
		$A_{b0} = 0,00\, \text{zł/m} \cdot c$
		$A_{b1} = 0,00\, \text{zł/m} \cdot c$

Warianty wymiany drzwi o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:		$U_{ok} = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 2:		$U_{ok} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 3:		$U_{ok} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istn.	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia drzwi		m <sup>2</sup>	4,6			
2	Współczynnik przenikania		W/(m <sup>2</sup> *K)	2,8	1,7	1,6	1,5
3	Współczynniki korekcyjne	C <sub>r</sub>	-	1,0	1,0	1,0	1,0
		C <sub>m</sub>	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{drz} \cdot U$		GJ/a	3,1	1,9	1,8	1,7
5	$2.94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	141,0	141,0	141,0	141,0
6	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = poz.4 + poz.5		GJ/a	144,1	142,9	142,8	142,7
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$		MW	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$		MW	0,0197	0,0197	0,0197	0,0197
9	q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = poz 7 + poz. 8		MW	0,0201	0,0200	0,0200	0,0199
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/rok	-	83	88	104
11	Cena jednostkowa wym.drzwi		zł/m <sup>2</sup>	-	1100	1250	1400
12	Koszt wymiany drzwi N <sub>drz</sub>		zł	-	5 060 zł	5 750 zł	6 440 zł
13	SPBT=(N <sub>drz</sub> +N <sub>w</sub> )/Σ(ΔQ <sub>rok</sub> + ΔQ <sub>rw</sub> )		-	-	60,96	65,34	61,92

Za najbardziej optymalny wariant wymiany wybrano **drzwi spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Ze względu na zabytkowy charakter drzwi, przy ich wymianie należy mieć na uwadze opinię konserwatora zabytków, mającego ten obiekt pod opieką.

Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania  $U = 1,7$  jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.

Wariant optymalny: 1

Koszt: 5 060 zł

SPBT: 60,96 lat



# 16) S OS – okna stare

Okna		
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} = 1\,700\, m^3/h$
	Współczynnik U	$U = 2,5\, W/m^2K$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} = 16\, ^\circ C$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} = -18\, ^\circ C$
	Liczba stopniodni dla przegrody	$Sd = 2\,821\, \text{dzień} \cdot K/\text{rok}$
Taryfa opłat za ciepło:		
	Opłaty stałe	Opłaty zmienne Abonament
	$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł}/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} = 60,18\, \text{zł}/GJ$ $A_{b0} = 0,00\, \text{zł}/m \cdot c$
	$O_{m0} = 11\,666,40\, \text{zł}/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} = 60,18\, \text{zł}/GJ$ $A_{b1} = 0,00\, \text{zł}/m \cdot c$

Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:		$U_{ok} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 2:		$U_{ok} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Wariant 3:		$U_{ok} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istn.	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		$m^2$	36,05			
2	Współczynnik przenikania		$W/(m^2 \cdot K)$	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
		$C_w$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	22,0	11,4	10,5	9,7
5	$2.94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$		GJ/a	141,0	141,0	141,0	141,0
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$		GJ/a	163,0	152,4	151,5	150,7
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$		MW	0,0031	0,0016	0,0015	0,0013
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$		MW	0,0197	0,0197	0,0197	0,0197
9	$q_0, q_1 = \text{poz 7} + \text{poz. 8}$		MW	0,0228	0,0213	0,0212	0,0210
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/rok	-	817	882	956
11	Cena jednostkowa wym.okien		zł/m <sup>2</sup>	-	950	1100	1250
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$		zł	-	34 248 zł	39 655 zł	45 063 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$		-	-	41,92	44,96	47,14

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2014 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania  $U = 1,3$  jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.

Wariant optymalny: 1

Koszt: 32 248 zł

SPBT: 41,92 lat



## Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w podziale na budynki

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
<b>BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM</b>			
1.	BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem, styropian grafitowy 12 cm	180 722	10,37
2.	BG SW – ściana wewnętrzna, styropian grafitowy 8 cm	13 515	4,92
3.	BG SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm	20 112	12,86
4.	BG SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	246 423	15,24
5.	BG SZ 64 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	152 242	18,93
6.	BG SZ 88 – ściana zewnętrzna, Multipor 12 cm	29 840	24,28
7.	BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie, styropian grafitowy 7 cm	53 352	50,91
8.	DB + SAN STP – dobudówka i sanitariat stropodach niewentylowany, styropapa 12 cm	44 546	9,48
9.	DB + SAN SZ – dobudówka i sanitariat ściana zewnętrzna, styropian grafitowy 11 cm	98 137	3,67
10.	BG + SAN OS – budynek główny i sanitariat okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	406 030	32,03
<b>SALA GIMNASTYCZNA</b>			
1.	S DACH – dach sali gimnastycznej, wełna mineralna 21 cm	20 120	9,46
2.	S STP – stropodach niewentylowany, styropapa 15 cm	31 850	4,91
3.	S SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm	23 908	17,10
4.	S SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	120 881	20,14
5.	S DRZ – drzwi zewnętrzne, wymiana na drzwi o $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	5 060	60,96
6.	S OS – okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	34 248	41,92



## 7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Wyboru zakresu wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych dokonano w oparciu o grupy usprawnień przegród zewnętrznych w podziale na usprawnienia lub grupy usprawnień.

Koszty i czas zwrotu inwestycji dla poszczególnych wariantów kształtuje się następująco:

Przedsięwzięcia termomodernizacyjne	Koszt robót	SPBT
<b>BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM</b>		
DB + SAN SZ – dobudówka i sanitariat ściana zewnętrzna, styropian grafitowy 11 cm	98 137	3,67
BG SW – ściana wewnętrzna, styropian grafitowy 8 cm	13 515	4,92
DB + SAN STP – dobudówka i sanitariat stropodach niewentylowany, styropapa 12 cm	44 546	9,48
BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem, styropian grafitowy 12 cm	180 722	10,37
BG SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm BG SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm BG SZ 64 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm BG SZ 88 – ściana zewnętrzna, Multipor 12 cm	448 617	16,61
BG + SAN OS – budynek główny i sanitariat okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	406 030	32,03
BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie, styropian grafitowy 7 cm	53 352	50,91
<b>SALA GIMNASTYCZNA</b>		
S DACH – dach sali gimnastycznej, wełna mineralna 21 cm S STP – stropodach niewentylowany, styropapa 15 cm S SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm S SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	196 759	12,28
S OS – okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	34 248	41,92
S DRZ – drzwi zewnętrzne, wymiana na drzwi o $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	5 060	60,96



## Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	WARIANT TERMOMODERNIZACYJNY									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	DB + SAN SZ – dobudówka i sanitariat ściana zewnętrzna, styropian grafitowy 11 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.	BG SW – ściana wewnętrzna, styropian grafitowy 8 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3.	DB + SAN STP – dobudówka i sanitariat stropodach niewentylowany, styropapa 12 cm	x	x	x	x	x	x	x	x		
4.	BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem, styropian grafitowy 12 cm	x	x	x	x	x	x	x			
5.	S DACH – dach sali gimnastycznej, wełna mineralna 21 cm, S STP – stropodach niewentylowany, styropapa 15 cm, S SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm, S SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	x	x	x	x	x	x				
6.	BG SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm, BG SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm BG SZ 64 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm, BG SZ 88 – ściana zewnętrzna, Multipor 12 cm	x	x	x	x	x					
7.	BG + SAN OS – budynek główny i sanitariat okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	x	x	x	x						
8.	S OS – okna stare, wymiana na okna o $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	x	x	x							
9.	BG SZPG – ściana zewnętrzna przy gruncie, styropian grafitowy 7 cm	x	x								
10.	S DRZ – drzwi zewnętrzne, wymiana na drzwi o $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	x									



### **Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów**

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1 480 987	1107	1 482 094
2	1 475 926	1107	1 477 033
3	1 422 574	1107	1 423 681
4	1 388 326	1107	1 389 433
5	982 296	1107	983 403
6	533 679	1107	534 786
7	336 920	1107	338 027
8	156 198	1107	157 305
9	111 652	1107	112 759
10	98 137	1107	99 244





## Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	$\eta$	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata c.o. [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata c.w.u.	GJ/rok	zł	%
1	0,625	1 103,41	0,7/0,61	0,86	1 363,05	89 320	0,026	302,48	18 507	1 689	103 665	50,35
2	0,625	1 104,47	0,7/0,61	0,86	1 364,52	89 408	0,026	302,48	18 507	1 687	103 577	50,30
3	0,626	1 104,53	0,7/0,61	0,86	1 364,58	89 424	0,026	302,48	18 507	1 687	103 561	50,30
4	0,628	1 110,55	0,7/0,61	0,86	1 373,02	89 955	0,026	302,48	18 507	1 679	103 030	50,05
5	<b>0,647</b>	<b>1 224,07</b>	<b>0,7/0,61</b>	<b>0,86</b>	<b>1 511,69</b>	<b>98 522</b>	<b>0,026</b>	<b>302,48</b>	<b>18 507</b>	<b>1 540</b>	<b>94 463</b>	<b>45,92</b>
6	0,687	1 562,37	0,7/0,61	0,86	1 924,90	123 855	0,026	302,48	18 507	1 127	69 130	33,60
7	0,716	1 768,94	0,7/0,61	0,86	2 214,43	141 618	0,026	302,48	18 507	837	51 367	24,97
8	0,740	1 973,90	0,7/0,61	0,86	2 464,77	156 963	0,026	302,48	18 507	587	36 022	17,50
9	0,748	2 040,12	0,7/0,61	0,86	2 545,65	161 924	0,026	302,48	18 507	506	31 061	15,09
10	0,752	2 072,79	0,7/0,61	0,86	2 585,56	164 372	0,026	302,48	18 507	466	28 613	13,90
<b>Stan istniejący</b>	<b>0,799</b>	<b>2 454,60</b>	<b>0,7/0,61</b>	<b>0,86</b>	<b>3 051,91</b>	<b>192 985</b>	<b>0,026</b>	<b>302,48</b>	<b>18 507</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



### Optymalny wariant termomodernizacyjny

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	1 482 094	103 665	50,35	370 524	25%	222 314	237 135	207 330
				1 111 571	75%			
2	1 477 033	103 577	50,30	369 258	25%	221 555	236 325	207 154
				1 107 775	75%			
3	1 423 681	103 561	50,30	355 920	25%	213 552	227 789	207 122
				1 067 761	75%			
4	1 389 433	103 030	50,05	347 358	25%	208 415	222 309	206 060
				1 042 075	75%			
<b>5</b>	<b>983 403</b>	<b>94 463</b>	<b>45,92</b>	<b>295 021</b>	<b>30%</b>	<b>137 676</b>	<b>157 344</b>	<b>188 926</b>
				<b>688 382</b>	<b>70%</b>			
6	534 786	69 130	33,60	187 175	35%	69 522	85 566	138 260
				347 611	65%			
7*	338 027	51 367	24,97	118 309	35%	43 944	54 084	102 734
				219 718	65%			
8*	157 305	36 022	17,50	55 057	35%	20 450	25 169	72 044
				102 248	65%			



9*	112 759	31 061	15,09	39 466	35%	14 659	18 041	62 122
				73 293	65%			
10*	99 244	28 613	13,90	34 735	35%	12 902	15 879	57 226
				64 509	65%			

\*Warianty niespełniające minimalnych wymogów zwiększenia efektywności energetycznej



## Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 5** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący:

- ocieplenie ściany zewnętrznej dobudówki i sanitariatu DB + SAN SZ
- ocieplenie ściany wewnętrznej w budynku głównym szkoły BG SW
- ocieplenie stropodachu niewentylowanego w dobudówce i sanitariacie DB + SAN STP
- ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem w budynku głównym BG ST PODD
- ocieplenie przegród zewnętrznych w sali gimnastycznej: dachu, stropodachu niewentylowanego i ścian zewnętrznych S DACH, S STP, S SZ 38, S SZ 51
- ocieplenie ścian zewnętrznych budynku głównego BG SZ 38, BG SZ 51, BG SZ 64, BG SZ 88

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **45,92%**.

Projekt w kryterium B.12 – Działanie 3.3 Efektywność energetyczna w sektorze publicznym i mieszkaniowym, schemat: Modernizacja energetyczna budynków publicznych – w ramach polityki terytorialnej mieści się w przedziale „zwiększenie efektywności energetycznej o wartości z przedziału 35 – 50%”.

2. Planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora.



## 8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

### Opis wykonanych robót

#### Docieplenie przegród zewnętrznych:

**DB + SAN SZ** – dobudówka i sanitariat ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 11 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

**BG SW** – ściana wewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 8 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

**DB + SAN STP** – dobudówka i sanitariat stropodach niewentylowany, styropapa o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 12 cm. Montaż z zastosowaniem paroizolacji przy użyciu kleju oraz mechanicznych łączników. Na wierzch warstwa papy termozgrzewalnej z obróbką blacharską,

**BG ST PODD** – strop pod nieogrzewanym poddaszem, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 12 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

**S DACH** – dach sala gimnastyczna, wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 21 cm,

**S STP** – stropodach niewentylowany sala gimnastyczna, styropapa o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 15 cm. Montaż z zastosowaniem paroizolacji przy użyciu kleju oraz mechanicznych łączników. Na wierzch warstwa papy termozgrzewalnej z obróbką blacharską

**S SZ 38** – ściana zewnętrzna sala gimnastyczna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 16,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

**S SZ 51** – ściana zewnętrzna sala gimnastyczna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 14,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

**BG SZ 38** – ściana zewnętrzna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 16,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

**BG SZ 51** – ściana zewnętrzna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 14,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

**BG SZ 64** – ściana zewnętrzna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 14,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.

**BG SZ 88** – ściana zewnętrzna, płyta Multipor o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^*\text{K}$  o grubości 12,0 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.



## Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m <sup>2</sup> ]	Cena jednostkowa [zł/m <sup>2</sup> ]	Koszt całkowity [zł]
1.	DB + SAN SZ – dobudówka i sanitariat ściana zewnętrzna, styropian grafitowy 11 cm	804,4	122,00	98 137
2.	BG SW – ściana wewnętrzna, styropian grafitowy 8 cm	127,5	106,00	13 515
3.	DB + SAN STP – dobudówka i sanitariat stropodach niewentylowany, styropapa 12 cm	484,2	92,00	44 546
4.	BG ST PODD – strop pod nieogrzewanym poddaszem, styropian grafitowy 12 cm	1 434,3	126,00	180 772
5.	S DACH – dach sali gimnastycznej, wełna mineralna 21 cm,	100,6	200,00	20 120
6.	S STP – stropodach niewentylowany, styropapa 15 cm,	325,0	98,00	31 850
7.	S SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm,	65,5	365,00	23 908
8.	S SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	370,8	326,00	120 881
9.	BG SZ 38 – ściana zewnętrzna, Multipor 16 cm,	55,1	365,00	20 112
10.	BG SZ 51 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm	755,9	326,00	246 423
11.	BG SZ 64 – ściana zewnętrzna, Multipor 14 cm,	467,0	326,00	152 242
12.	BG SZ 88 – ściana zewnętrzna, Multipor 12 cm	104,7	285,00	29 840



### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót	<b>Środki własne + kredyt</b>	983 403
2.	Udział środków własnych	<b>30%</b>	295 021
3.	Kwota kredytu	<b>70%</b>	688 382
4.	Premia termomodernizacyjna	<b>20% kredytu/ 16% kosztów całkowitych/ 2-letnie oszczędności</b>	137 676



## **9. Załączniki do audytu**

**Załącznik nr 1** Efekt ekologiczny

**Załącznik nr 2** Współczynniki przenikania dla przegród przed termomodernizacją – wydruk z programu Audytor OZC

**Załącznik nr 3** Współczynniki przenikania dla przegród po termomodernizacji – wydruk z programu Audytor OZC





## Załącznik nr 1

### EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016”.

Emisja – kocioł na paliwo stałe	Wartość
Wielkość emisji CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	94,96
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]		Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]		Efekt ekologiczny	
				[Mg/rok]	[%]
CO <sub>2</sub>	318,53	172,27		146,26	45,92
Pył PM 10	0	0		0	0

Redukcja emisji CO<sub>2</sub> jest równa redukcji zużycia zapotrzebowania na energię użytkową i wynosi **45,92 %**.

Brak emisji pyłu PM10 w istniejącym źródle ciepła, w związku z czym jego redukcja wynosi **0 %**.



## Załącznik nr 2

### Współczynniki przenikania dla przegród przed termomodernizacją

Symbol	Rodzaj	d	Ri	Re	R	U
		m	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	W/m <sup>2</sup> · K
<b>BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM</b>						
BG DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
BG ON	Okno zewnętrzne					1,300
BG OS	Okno zewnętrzne					2,500
BG PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,591	0,278
BG PWP	Podłoga w piwnicy	0,620	2,000		3,406	0,294
BG ST PIW	Strop ciepło do dołu	0,215	0,170	0,170	0,836	1,196
BG ST PODD	Strop pod nieogrz. poddaszem	0,350	0,100	0,100	1,419	0,705
BG SW	Ściana wewnętrzna	0,440	0,130	0,130	0,827	1,210
BG SZ 38	Ściana zewnętrzna	0,410	0,130	0,040	0,700	1,428
BG SZ 51	Ściana zewnętrzna	0,540	0,130	0,040	0,869	1,151
BG SZ 64	Ściana zewnętrzna	0,670	0,130	0,040	1,038	0,964
BG SZ 88	Ściana zewnętrzna	0,910	0,130	0,040	1,349	0,741
BG SZPG 88	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,910	0,724		1,903	0,525
DB DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
DB ON	Okno zewnętrzne					1,300
DB OS	Okno zewnętrzne					2,500
DB PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,591	0,278
DB STP	Stropodach niewentylowany	0,340	0,100	0,040	1,641	0,609
DB SZ	Ściana zewnętrzna	0,440	0,130	0,040	0,605	1,653
DW	Drzwi wewnętrzne					2,000
SAN DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
SAN ON	Okno zewnętrzne					1,300
SAN OS	Okno zewnętrzne					2,500
SAN PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,574	0,280
SAN STP	Stropodach niewentylowany	0,340	0,100	0,040	1,641	0,609
SAN SZ	Ściana zewnętrzna	0,440	0,130	0,040	0,605	1,653



SALA GIMNASTYCZNA						
DACH	Dach	0,285	0,100	0,040	0,723	1,383
DRZWI	Drzwi zewnętrzne					2,800
OK N	Okno zewnętrzne					1,300
OK S	Okno zewnętrzne					2,500
PG	Podłoga na gruncie	0,835	2,000		3,754	0,266
STP	Stropodach niewentylowany	0,260	0,100	0,040	0,759	1,318
SZ 38	Ściana zewnętrzna	0,410	0,130	0,040	0,700	1,428
SZ 51	Ściana zewnętrzna	0,540	0,130	0,040	0,869	1,151



### Załącznik nr 3

Współczynniki przenikania dla przegród po termomodernizacji

Symbol	Rodzaj	d	Ri	Re	R	U
		m	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	W/m <sup>2</sup> · K
<b>BUDYNEK GŁÓWNY Z DOBUDÓWKĄ I SANITARIATEM</b>						
BG DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
BG ON	Okno zewnętrzne					1,300
BG OS	Okno zewnętrzne					2,500
BG PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,591	0,278
BG PWP	Podłoga w piwnicy	0,620	2,000		3,406	0,294
BG ST PIW	Strop ciepło do dołu	0,215	0,170	0,170	0,836	1,196
BG ST PODD	Strop pod nieogrz. poddaszem	0,470	0,100	0,100	5,302	0,189
BG SW	Ściana wewnętrzna	0,530	0,130	0,130	3,420	0,292
BG SZ 38	Ściana zewnętrzna	0,580	0,130	0,040	4,433	0,226
BG SZ 51	Ściana zewnętrzna	0,690	0,130	0,040	4,137	0,242
BG SZ 64	Ściana zewnętrzna	0,820	0,130	0,040	4,306	0,232
BG SZ 88	Ściana zewnętrzna	1,040	0,130	0,040	4,152	0,241
BG SZPG 88	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,910	0,724		1,903	0,525
DB DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
DB ON	Okno zewnętrzne					1,300
DB OS	Okno zewnętrzne					2,500
DB PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,591	0,278
DB STP	Stropodach niewentylowany	0,470	0,100	0,040	5,125	0,195
DB SZ	Ściana zewnętrzna	0,570	0,130	0,040	4,178	0,239
DW	Drzwi wewnętrzne					2,000
SAN DRZ	Drzwi zewnętrzne					2,000
SAN ON	Okno zewnętrzne					1,300
SAN OS	Okno zewnętrzne					2,500
SAN PG	Podłoga na gruncie	0,840	2,000		3,574	0,280
SAN STP	Stropodach niewentylowany	0,470	0,100	0,040	5,125	0,195
SAN SZ	Ściana zewnętrzna	0,570	0,130	0,040	4,178	0,239



SALA GIMNASTYCZNA						
DACH	Dach	0,405	0,100	0,040	6,721	0,149
DRZWI	Drzwi zewnętrzne					2,800
OK N	Okno zewnętrzne					1,300
OK S	Okno zewnętrzne					2,500
PG	Podłoga na gruncie	0,835	2,000		3,754	0,266
STP	Stropodach niewentylowany	0,480	0,100	0,040	6,814	0,147
SZ 38	Ściana zewnętrzna	0,620	0,130	0,040	5,363	0,186
SZ 51	Ściana zewnętrzna	0,730	0,130	0,040	5,067	0,197
DACH	Dach	0,405	0,100	0,040	6,721	0,149