



AUDYT ENERGETYCZNY

Zespołu Szkół Zawodowych im. Stanisława Staszica
i Centrum Kształcenia Ustawicznego w Ostródzie



Adres budynku:

Ul. Stefana Wyszyńskiego 2
14 – 100 Ostróda

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

STAROSTWO POWIATOWE
w OSTRÓDZIE
14-100 OSTRÓDA, ul. Jana III Sobieskiego
TEL. 89 642 98 00; FAX 89 642 98 01

ZGODNOŚĆ z ORYGINAŁEM
stwierdzam:
dnia 03.01.2017

SA. 1-56

Wrocław, 30.09.2016

WICESTAROSTA
Edmund Winnicki



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	Rok budowy	lata 30-te XX wieku
Inwestor	Powiat Ostródzki z siedzibą w Ostródzie	Adres budynku	ul. Stefana Wyszyńskiego 2 14-100 Ostróda

NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski
Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław
Regon: 361807384

ASIG
Igor Kwiatkowski
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław
NIP 895 212 211 Regon 361807384

IMIE 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

J. Szczepaniak

WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR
OZC, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów
energetycznych – ukończone studia podyplomowe

Igor Kwiatkowski

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:
30.09.2016 r.

SPIS TREŚCI:



Spis treści	
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	8
Dokumentacja projektowa.....	8
Inne dokumenty.....	8
Wizja lokalna.....	8
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	8
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	8
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego	9
Przegrody zewnętrzne	15
Okna i drzwi	21
Charakterystyka systemu ogrzewania	21
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	21
Charakterystyka systemu wentylacji	22
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	22
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	23
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.....	24
Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji).....	40
7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	41
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	41
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	42
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	43
Optymalny wariant termomodernizacyjny	44
Optymalny wariant termomodernizacyjny	45
8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego	46
Opis wykonanych robót.....	46
Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	47
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	48
9. Załączniki do audytu	48



2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)

DANE OGÓLNE

1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3 budynek główny, 2 sala gimnastyczna
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	19 780,6
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	4 616,3
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 596,6
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,23
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	

WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE

		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	PG podłoga na gruncie	0,250	0,250
2.	PGPIW podłoga w piwnicy	0,260	0,260
3.	STP1 strop pod nieogrzewanym poddaszem budynek główny	0,363	0,150
4.	STP2 dach taras	0,896	0,144
5.	STP3 dach łącznik	0,972	0,148
6.	STP4-1 dach sala gimnastyczna, część wyższa	0,328	0,142
7.	STP4-2 dach sala gimnastyczna, część niższa	0,334	0,143
8.	STP5 dach budynek CKU	0,473	0,150
9.	SZ1 ściana zewnętrzna łącznik	1,352	0,190
10.	SZ2 ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	1,352	0,190



11.	SZ3 ściana zewnętrzna budynek główny parter	1,150	0,186
12.	SZ4 ściana zewnętrzna budynek główny I piętro	1,306	0,189
13.	SZ5 ściana zewnętrzna budynek główny II piętro	1,306	0,189
14.	SZ6 ściana zewnętrzna budynek główny powyżej poziomu gruntu	0,885	0,885
15.	SZPG ściana zewnętrzna przy gruncie	0,445	0,445
16.	DZ drzwi zewnętrzne nowe	2,000	2,000
17.	DZ SGIM drzwi zewnętrzne sala gimnastyczna	2,500	1,300
18.	ON okna nowe	1,300	1,300
19.	OS okna stare	3,000	0,900
20.	OS II P okna stare – II piętro	1,800	1,800
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,85	0,85
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,89	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UżyTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85



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 ³ /h]	19 781	19 781
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	510,0	369,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	41,0	41,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 443,6	1 400,6
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 498,1	2 015,6
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	231,2	231,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 221,7	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak możliwości zmierzenia – jeden węzeł cieplny dla c.o. i c.w.u.	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	147,7	84,6
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	211,4	121,8
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0



OPLATY JEDNOSTKOWE (OBOWIAZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Oplata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	43,15	43,15
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	3 774,05	3 774,05
3.	Oplata za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	2,16	2,16
4.	Oplata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	3 774,05	3 774,05
5.	Oplata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	32,84	18,92
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	brak	brak
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	564 805	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	39,74
Planowane koszty całkowite	806 864	Premia termomodernizacyjna [zł]	112 961
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			65 513

- *) 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

- brak dokumentacji projektowej

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
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.7

Wizja lokalna

- 02.09.2016

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych, wymianę drzwi i okien
- osoby użytkujące obiekt zwracają uwagę na niedogrzanie znacznej części pomieszczeń. Mimo całkowitego odkręcenia zaworów przy grzejnikach, nie są one w stanie ogrzać niektórych sal, warunek komfortu cieplnego nie jest spełniony, występuje ryzyko dogrzewania pomieszczeń grzejnikami elektrycznymi

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 250 000 zł



4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego

Na Zespół Szkół Zawodowych im. S. Staszica i CKU składają się dwa budynki połączone łącznikiem: budynek główny i sala gimnastyczna.

Budynek główny wykonany w technologii tradycyjnej, ściany murowane z cegły. Stropy monolityczne, dach o konstrukcji drewnianej pokryty blachówką. Stolarka okienna wymieniona na PVC. Okna wymieniane w różnych okresach.

Budynek sali gimnastycznej wykonany w technologii szkieletowej. Konstrukcja nośna z elementów żelbetowych. Dach główny pokryty papą termozgrzewalną ocieplony styropapą grubości 10 cm. Dach niższy konstrukcji drewnianej, pokryty papą termozgrzewalną. Docieplenie dachu niższego stanowi wełna mineralna na stropie o grubości 15cm.

1) Budynek główny

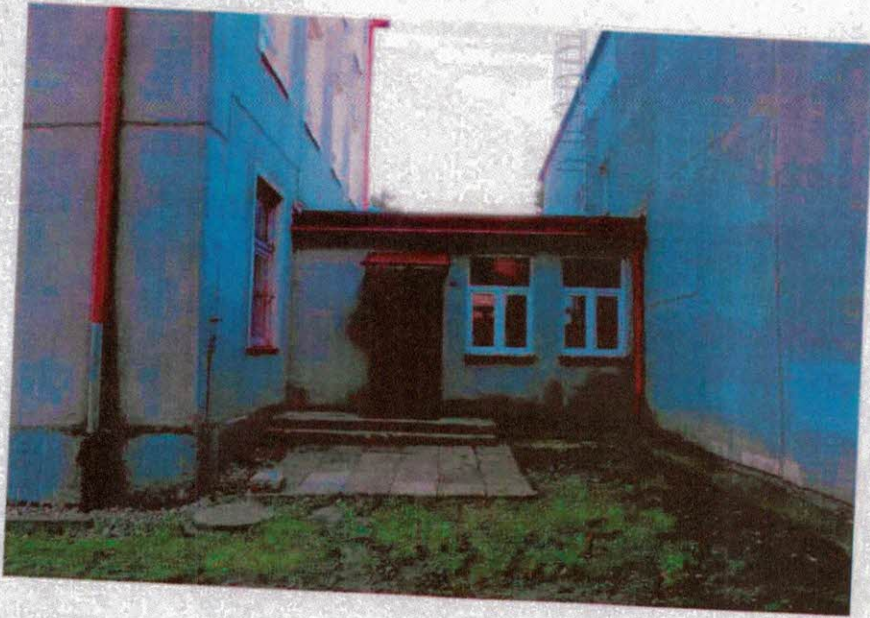








2) Łącznik





3) Sala gimnastyczna





4) CKU





Przegrody zewnętrzne

1) STP 1

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
WEŁNA F-STR	Filce i maty z wełny mineralnej	0,080	0,052	70	1,538
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
ŻUŻ – PAL	Żużel paleniskowy	0,100	0,280	1 000	0,357
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz
[m²·K/W]

0,100

Suma oporów przejmowania
i przewodzenia [m²·K/W]

2,370

Opór przejmowania na zewnątrz
[m²·K/W]

0,100

Współczynnik przenikania
ciepła U [W/m²·K]

0,422

2) STP 2

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
GLAZURA	glazura	0,010	1,050	2 000	0,010
TYNK – CEM	tynk lub gładź cementowa	0,040	1,000	2 000	0,040
PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
TYNK – CEM	tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	2 000	0,020
STYROPLAN	styropian ułożony szczelnie	0,030	0,040	30	0,750
ŻELBET	żelbet	0,150	1,700	2 500	0,088
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz
[m²·K/W]

0,100

Suma oporów przejmowania
i przewodzenia [m²·K/W]

1,116

Opór przejmowania na zewnątrz
[m²·K/W]

0,040

Współczynnik przenikania
ciepła U [W/m²·K]

0,896



3) STP 3

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
STYROPIAN	styropian ułożony szczelnie	0,030	0,040	30	0,750
ŻELBET	żelbet	0,100	1,700	2 500	0,059
TYNK – CW	tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,029
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,972

4) STP 4-1

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
STYROPAPA	styropapa	0,080	0,035		2,286
BLA – DACH	blacha trapezowa lub dachówka	0,010	58,000	7 800	0,000

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	2,454
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,408



5) STP 4-2

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
przekrój A	PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
	PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,030	0,160	550	0,188
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,150	0,160	550	0,938
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo – kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054
przekrój B	PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
	PAPA – ASF	papa asfaltowa	0,005	0,180	1 000	0,028
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,030	0,160	550	0,188
	WELNA-PL	plyty z wełny mineralnej	0,150	0,050	130	3,000
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	GIPS – KART	plyty gipsowo – kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	2,997
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,334

6) STP 5

	Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
przekrój A	DACH – CEM	dachówka cementowa	0,020	1,000	1 900	0,020
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,120	0,160	550	0,750
	GIPS – KART	plyty gipsowo – kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054
przekrój B	DACH – CEM	dachówka cementowa	0,020	1,000	1 900	0,020
	SOSNA	drewno sosnowe w poprzek włókien	0,020	0,160	550	0,125
	WELNA-STR	filce i maty z wełny min. w stropie	0,120	0,052	70	2,308
	GIPS – KART	plyty gipsowo – kartonowe	0,0125	0,230	1 000	0,054

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,507
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,40	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,663



7) SZ 1

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,420	0,770	1 800	0,545
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,740
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,352

8) SZ 2

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,420	0,770	1 800	0,545
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,740
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,352

9) SZ 3

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,520	0,770	1 800	0,675
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,870
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,150



10) SZ 4

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,440	0,770	1 800	0,571
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,766
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,306

11) SZ 5

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,440	0,770	1 800	0,571
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,766
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,306

12) SZ 6

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,720	0,770	1 800	0,935
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,129
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,885



13) SZPG

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012
CEGLA – PELN	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,720	0,770	1 800	0,935
Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	1,301	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]		2,248	
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	-	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]		0,445	

14) PG

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien	0,030	0,160	550	0,188
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	2000	0,020
BET – CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,300	1,050	1900	0,286
PIASEK – ŚR	Piasek średni	0,600	0,400	1650	1,500
Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	2,000	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]		3,993	
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	-	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]		0,250	

15) PGPIW

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	Lastriko	0,030	0,720	1600	0,042
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	2000	0,020
BET – CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,300	1,050	1900	0,286
PIASEK – ŚR	Piasek średni	0,600	0,400	1650	1,500
Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	2,000	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]		3,847	
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	-	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]		0,260	

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów obowiązujących od 2021 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). Wymogi spełnia jedynie podłoga w piwnicy.



Okna i drzwi

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 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 straty ciepła.

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 termostatyczne	zamontowane
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24

Instalacja zasilana z węzła cieplnego, zarządzanego przez szkołę. Stan instalacji dobry, stan węzła c.o. bardzo dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie pomieszczenia, w którym znajduje się węzeł cieplny).

Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnego przygotowania. Źródło ciepła – węzeł cieplny, rury stalowe, punkty poboru standardowe.

Instalacja zasilana z węzła cieplnego, zarządzanego przez szkołę. Stan instalacji oraz węzła dobry.



Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	19 781

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

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 ścian zewnętrznych styropianem grafitowym od zewnątrz, ścian w piwnicy płytami Multipor od wewnątrz, ze względu na duże koszty wykonania odkrywek
2.	Okna i drzwi: - niespełniające aktualnych wymogów - generowane duże straty ciepła	wymiana na nowe okna i drzwi, spełniające wymagania obowiązujące od 01.01.2021 r.
3.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - stan instalacji dobry	bez zmian
4.	System grzewczy - grzejniki żeliwne - zawory termostaticzne	bez zmian



6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna $20^{\circ}\text{C} / 16^{\circ}\text{C}$

obliczeniowa temperatura zewnętrzna -20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień $\cdot$ K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:		Olsztyn	
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{w0} :		$20^{\circ}\text{C} / 16^{\circ}\text{C}$	
MIESIĄC	$t_e(\text{m})$	$L_d(\text{m})$	S_d
styczeń	-2,3	31	642 / 567
luty	-1,6	28	585 / 493
marzec	1,8	31	518 / 440
kwiecień	7,4	30	396 / 258
maj	12,8	10	64 / 32
czerwiec	15,5	0	0 / 0
lipiec	17,9	0	0 / 0
sierpień	17,3	0	0 / 0
wrzesień	12,7	5	32 / 17
październik	8,0	31	381 / 248
listopad	2,7	30	528 / 399
grudzień	-1,0	31	583 / 527
$S_d =$			3 889 / 2 981



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) STP1

Przegroda nr	I	Nazwa:	Strop pod nieogrzewanym poddaszem
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		$A = 871,7 \text{ m}^2$
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania		$A_o = 915,3 \text{ m}^2$
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{w0} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{z0} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	Liczba stopniocdni dla przegrody		$S_d = 3\,889 \text{ dzień }^{\circ}\text{K/rok}$
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	Abonament
$O_{m0} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z0} = 43,15 \text{ zł/GJ}$	$A_{z0} = 0,00 \text{ zł/m-c}$
$O_{m1} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z1} = 43,15 \text{ zł/GJ}$	$A_{z1} = 0,00 \text{ zł/m-c}$

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,203*	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem	wełna mineralna	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,036	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	19,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	21,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	19,0	20,0	21,0	22,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	5,28	5,56	5,83	6,11
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,831	6,111	6,391	6,661	6,941
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	352,5	47,9	45,8	44,0	42,2
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0420	0,0057	0,0055	0,0052	0,0050
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{zu}	zł/a	-	14 787 zł	14 887 zł	14 978 zł	15 065 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		180,0	185,0	190,0	195,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		164 754 zł	169 331 zł	173 907 zł	178 484 zł
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_{zu}$	lata		11,14	11,37	11,61	11,85
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)		0,164	0,156	0,150	0,144

*W obliczeniach założono całkowitą wymianę wełny mineralnej, znajdującej się na poddaszu, ponieważ aktualnie położona wełna nie spełnia swojego zadania ze względu na duże ubytki oraz jej zużycie.

Wybrano ogrzewanie wełną mineralną o grubości 21 cm. Jest to minimalna grubość ogrzewania, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



3) STP3

Przegroda nr 3		Nazwa: dach nad łącznikiem					
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	19,8 m ²				
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	20,8 m ²				
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{in} =	20 °C				
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zn} =	-20 °C				
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 889 dzień *K/rok				
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne					
O _{no} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{zo} =	43,15 zł/GJ				
O _{ni} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{zi} =	43,15 zł/GJ				
		Abonament					
		A _{bo} =	0,00 zł/m-c				
		A _{bi} =	0,00 zł/m-c				
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:		0,972	W/m ² K				
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 o		18,0	cm				
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o		19,0	cm				
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o		20,0	cm				
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o		21,0	cm				
Warianty							
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	19,0	20,0	21,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	5,14	5,43	5,71	6,00
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	1,029	6,169	6,459	6,739	7,029
4	Q _{0w} Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	6,5	1,1	1,0	1,0	0,9
5	q _{0w} q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{in} -T _{zn})/R	MW	0,0008	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	265 zł	269 zł	269 zł	273 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	104,0	106,0	108,0	110,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	2 163 zł	2 205 zł	2 246 zł	2 288 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _{ru}	lata	-	8,16	8,20	8,35	8,38
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,972	0,162	0,155	0,148	0,142

Wybrano ocieplenie styropapą o grubości 20 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



2) STP2

Przegroda nr 2		Nazwa:		dach nad tarasem	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	47,3 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	49,7 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody			S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{mo} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{zo} =	43,15 zł/GJ	A _{bo} =	0,00 zł/m-c
O _{mi} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{zi} =	43,15 zł/GJ	A _{bi} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,896	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody od wewnątrz z użyciem	płyta 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 o	20,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	26,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	20,0	22,0	24,0	26,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	4,65	5,12	5,58	6,05
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	1,116	5,766	6,236	6,696	7,166
4	Q _{0u} Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	14,2	2,8	2,5	2,4	2,2
5	q _{0u} q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{uo} -T _{zo})/R	MW	0,0017	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{en}	zł/a	-	555 zł	568 zł	573 zł	581 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²	-	443,0	528,0	570,0	611,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	22 017 zł	26 242 zł	28 329 zł	30 367 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	39,67	46,20	49,44	52,27
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,896	0,173	0,160	0,149	0,140

Wybrano ogrzewanie od wewnątrz płytami Multipor o grubości 24 cm. Jest to minimalna grubość ogrzewania, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).

W programie AUDYTOR OZC sprawdzono docieplenie przegrody pod kątem kondensacji powierzchniowej – nie występuje, oraz międzywarstwowej – występuje, w miesiącach letnich kondensat odparowuje. Przegroda spełnia warunek $f_{Rsi} > f_{Rsi,min}$.



4) STP4-1

Przegroda nr	4	Nazwa:	dach nad salą gimnastyczną
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	529,9 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	A _o =	556,4 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	16 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody	S _d =	2 981 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament
O _{m0} =	3 774,05	zł/MW*m-c	O _{z0} =	43,15	zł/GJ
O _{m1} =	3 774,05	zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,15	zł/GJ
			A _{h0} =	0,00	zł/m-c
			A _{h1} =	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,328	W/m ² *K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem styropap		
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 o	11,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	11,0	12,0	13,0	14,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,14	3,43	3,71	4,00
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	3,049	6,189	6,479	6,759	7,049
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻³ *S _d *A/R	GJ/a	44,8	22,1	21,1	20,2	19,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0063	0,0031	0,0029	0,0028	0,0027
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 124 zł	1 177 zł	1 220 zł	1 259 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²	-	90,0	92,0	94,0	96,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	50 076 zł	51 189 zł	52 302 zł	53 414 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	44,55	43,49	42,87	42,43
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,328	0,162	0,154	0,148	0,142

Wybrano ogrzewanie styropapą o grubości **14 cm** ze względu na najkrótszy czas zwrotu inwestycji (współczynnik SPBT). Przy tej grubości ogrzewania przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



1) STP4-2

Przełroga nr 4		Nazwa:	
Dane	Powierzchnia przełrogy do strat ciepła	dach nad salą gimnastyczną	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	$A =$	285,4 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$A_o =$	299,7 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{w0} =$	16 °C
	Liczba stopniodni dla przełrogy	$T_{z0} =$	-20 °C
		$S_d =$	2 981 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
$O_{m0} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	43,15 zł/GJ
$O_{m1} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
		$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełrogy w stanie istniejącym:	0,334	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełrogy z użyciem styropapą		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,035	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o

11,0 cm

Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o

12,0 cm

Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o

13,0 cm

Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o

14,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	11,0	12,0	13,0	14,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,14	3,43	3,71	4,00
3	opór cieplny przełrogy R	m ² K/W	2,994	6,134	6,424	6,704	6,994
4	$Q_{0w}, Q_{1w} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	24,6	12,0	11,4	11,0	10,5
5	$q_{0w}, q_{1w} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0034	0,0017	0,0016	0,0015	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{ra}	zł/a	-	621 zł	651 zł	673 zł	694 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	90,0	92,0	94,0	96,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł	-	26 973 zł	27 572 zł	28 172 zł	28 771 zł
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_{ra}$	lata	-	43,43	42,35	41,86	41,46
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)	0,334	0,163	0,156	0,149	0,143

Wybrano ocieplenie styropapą o grubości 14 cm ze względu na najkrótszy czas zwrotu inwestycji (współczynnik SPBT). Przy tej grubości ocieplenia przełroga spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



2) STP5

Przełoda nr	5	Nazwa:	dałh CKU
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła	$A = 210,1$	m^2
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	$A_o = 220,6$	m^2
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{w0} = 20$	$^{\circ}C$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{z0} = -20$	$^{\circ}C$
	Liczba stopniodni dla przełody	$S_d = 3\,889$	dzień $^{\circ}K/rok$
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
$O_{m0} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	43,15 zł/GJ
$O_{m1} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
		$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przełody w stanie istniejącym:	1,835*	W/m^2K
Przewiduje się ocieplenie przełody z użyciem	wełna mineralna	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,036	W/m^2K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	25,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	26,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	27,0	cm

Lp	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	24,0	25,0	26,0	27,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m^2K/W	-	5,58	5,81	6,05	6,28
3	opór cieplny przełody R	m^2K/W	0,645	6,225	6,455	6,695	6,925
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	109,5	11,3	10,9	10,5	10,2
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0130	0,0014	0,0013	0,0013	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{ru}	zł/a	-	4 763 zł	4 784 zł	4 802 zł	4 819 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	205,0	210,0	215,0	220,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł	-	45 223 zł	46 326 zł	47 429 zł	48 532 zł
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_u$	lata	-	9,5	9,68	9,88	10,07
10	U_0, U_1	$W/(m^2 \cdot K)$	1,835	0,161	0,155	0,149	0,144

*W obliczeniach założono całkowitą wymianę wełny mineralnej, znajdującej się na poddaszu, ponieważ aktualnie położona wełna nie spełnia swojego zadania ze względu na jej zużycie.

Wybrano ocieplenie wełną mineralną o grubości 26 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



3) SZ 1

Przełoda nr 6		Nazwa:	
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła	ściana zewnętrzna łącznik	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A=	24,1 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	A _o =	25,3 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{w0} =	20 °C
	Liczba stopniodni dla przełody	T _{z0} =	-20 °C
		S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z0} =	43,15 zł/GJ
O _{m1} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		A _{b0} =	0,00 zł/m-c
		A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:	
Współczynnik przenikania ciepła przełody w stanie istniejącym:	1,352 W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełody 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 o	12,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przełody R	m ² K/W	0,740	4,610	4,930	5,260	5,580
4	Q _{0u} Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	10,9	1,8	1,6	1,5	1,5
5	q _{0u} q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0013	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	442 zł	451 zł	455 zł	455 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		3 188 zł	3 289 zł	3 390 zł	3 491 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		7,21	7,29	7,45	7,67
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	1,352	0,217	0,203	0,190	0,179

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



4) SZ 2

Przegroda nr	7	Nazwa:	ściana zewnętrzna sala gimn.
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	$A = 702,2$	m^2
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	$A_o = 737,3$	m^2
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{w0} = 16$	$^{\circ}C$
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{z0} = -20$	$^{\circ}C$
	Liczba stopniociepno dla przegrody	$S_d = 2\,981$	dzień $^{\circ}K/rok$

Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament
$O_{m0} =$	3 774,05	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	43,15	zł/GJ
$O_{m1} =$	3 774,05	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	43,15	zł/GJ
			$A_{b0} =$	0,00	zł/m-c
			$A_{b1} =$	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,352	W/m^2K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem styropian grafitowy		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,031	$W/m^{\circ}K$

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m^2K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m^2K/W	0,740	4,610	4,930	5,260	5,580
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	244,4	39,2	36,7	34,4	32,4
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0342	0,0055	0,0051	0,0048	0,0045
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{zu}	zł/a	-	10 154 zł	10 280 zł	10 393 zł	10 493 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ³		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		92 900 zł	95 849 zł	98 798 zł	101 747 zł
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_{zu}$	lata		9,15	9,32	9,51	9,70
10	U_0, U_1	$W/(m^2 \cdot K)$	1,352	0,217	0,203	0,190	0,179

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **14 cm**. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



5) SZ 3

Przegroda nr	8	Nazwa:	ściana zewnętrzna budynek szkoły - parter
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	637,0 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	668,9 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{ao} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z0} =	43,15 zł/GJ
O _{m1} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		A _{b0} =	0,00 zł/m-c
		A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym: 1,150 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 o 12,0 cm

Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o 13,0 cm

Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o 14,0 cm

Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o 15,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,870	4,740	5,060	5,390	5,710
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	246,0	45,2	42,3	39,7	37,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0293	0,0054	0,0050	0,0047	0,0045
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	9 747 zł	9 890 zł	10 016 zł	10 120 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	84 281 zł	86 957 zł	89 633 zł	92 308 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _{ru}	lata	-	8,65	8,79	8,95	9,12
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	1,150	0,211	0,198	0,186	0,175

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 14 cm ze względu na konieczność ocieplenia pionowych przegród zewnętrznych (SZ3, SZ4 i SZ5) całego obiektu taką samą grubością styropianu – dobraną tak, żeby każda z przegród spełniała wymagania. Przy tej grubości przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



6) SZ 4

Przegroda nr	9	Nazwa:	ściana zewnętrzna budynek szkoły – 1 piętro
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	$A =$	508,9 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	$A_o =$	534,3 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{w0} =$	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{z0} =$	-20 °C
	Liczba stopniogrzewania dla przegrody	$S_d =$	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
$O_{m0} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	43,15 zł/GJ
$O_{m1} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		$A_{p0} =$	0,00 zł/m-c
		$A_{p1} =$	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:

Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem styropianu grafitowego

Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o

Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,766	4,636	4,956	5,286	5,606
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	223,2	36,9	34,5	32,3	30,5
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0266	0,0044	0,0041	0,0039	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{0u}	zł/a	-	9 044 zł	9 161 zł	9 265 zł	9 357 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²	-	126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł	-	67 322 zł	69 459 zł	71 596 zł	73 733 zł
9	SPBT = $N_u / \Delta Q_u$	lata	-	7,4	7,58	7,73	7,88
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)	1,306	0,216	0,202	0,189	0,178

Wybrano ogrzewanie styropianem grafitowym o grubości **14 cm**. Jest to minimalna grubość ogrzewania, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



7) SZ 5

Przegroda nr	10	Nazwa:	ściana zewnętrzna budynek szkoły – II piętro
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	$A =$	479,6 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	$A_o =$	503,6 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{w0} =$	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{z0} =$	-20 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody	$S_d =$	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	Abonament
$O_{m0} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z0} =$ 43,15 zł/GJ	$A_{b0} =$ 0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	3 774,05 zł/MW*m-c	$O_{z1} =$ 43,15 zł/GJ	$A_{b1} =$ 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,306	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem styropian grafitowy		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$	0,031	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	0,766	4,636	4,956	5,286	5,606
4	$Q_{0w}, Q_{1w} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A/R$	GJ/a	210,4	34,8	32,5	30,5	28,7
5	$q_{0w}, q_{1w} = 10^{-6} A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0250	0,0041	0,0039	0,0036	0,0034
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{ru}	zł/a	-	8 524 zł	8 632 zł	8 732 zł	8 819 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		126,0	130,0	134,0	138,0
8	Koszt usprawnienia N_u	zł		63 454 zł	65 468 zł	67 482 zł	69 497 zł
9	$SPBT = N_u / \Delta Q_{ru}$	lata		7,44	7,58	7,73	7,88
10	U_0, U_1	W/(m ² *K)	1,306	0,216	0,202	0,189	0,178

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



8) SZ 6

Przełroda nr 11		Nazwa:		ściana zewnętrzna piwnica powyżej gruntu			
Dane	Powierzchnia przełrody do strat ciepła		A=		140,5 m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =		147,5 m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =		20 °C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =		-20 °C		
	Liczba stopniodni dla przełrody		S _d =		3 889 dzień *K/rok		
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{d0} =	43,15 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{d1} =	43,15 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełrody w stanie istniejącym:				0,885	W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełrody od wewnątrz z użyciem płyty 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 o				14,0	cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				16,0	cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				18,0	cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o				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	m ² K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przełrody R	m ² K/W	1,130	4,390	4,850	5,320	5,780
4	Q _{0w} ,Q _{1w} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	41,8	10,8	9,7	8,9	8,2
5	q _{0w} ,q _{1w} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0050	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{tu}	zł/a	-	1 505 zł	1 557 zł	1 596 zł	1 631 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	326,0	365,0	404,0	443,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	48 085 zł	53 838 zł	59 590 zł	65 343 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	31,95	34,58	37,34	40,06
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,885	0,228	0,206	0,188	0,173

Wybrano ocieplenie od wewnątrz płytami Multipor o grubości 18 cm. Ocieplenie od zewnątrz jest nieopłacalne ze względu na nierówne ukształtowanie terenu względem obiektu i duże różnice wysokości ściany ponad gruntem. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



9) SZPG

Przegroda nr	12	Nazwa:	ściana zewnętrzna przy gruncie - piwnica
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	561,1 m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania	A _o =	589,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 889 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:			
Opłaty stałe		Opłaty zmienne	
O _{m0} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z0} =	43,15 zł/GJ
O _{m1} =	3 774,05 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,15 zł/GJ
		Abonament	
		A _{b0} =	0,00 zł/m-c
		A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,445 W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody od wewnątrz z użyciem płyty 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 o	14,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	16,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	18,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	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	m ² K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przegrody R	m ² K/W	2,997	6,257	6,717	7,187	7,647
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	62,9	30,1	28,1	26,2	24,7
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0075	0,0036	0,0033	0,0031	0,0029
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 592 zł	1 692 zł	1 783 zł	1 857 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		326,0	365,0	404,0	443,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		192 079 zł	215 058 zł	238 037 zł	261 016 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata		120,7	127,10	133,50	140,56
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² *K)	0,445	0,160	0,149	0,139	0,131

Wybrano ogrzewanie od wewnątrz płytami Multipor o grubości 18 cm – ze względu na konieczność ogrzewania ścian pomieszczeń piwnicznych płytami o jednej grubości oraz wysokie koszty ewentualnego ogrzewania od zewnątrz związane z koniecznością dokonania wykopów naokoło obiektu, na nierównym terenie, pokrytym prawie w połowie betonem/ wyłożonym kostką. Przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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).



10) OS

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} =$	19781	m^3/h		
	Współczynnik U	$U =$	3,0	W/m^2K		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$		
	Liczba stopniodni dla przegrody	$Sd =$	3 889	dzień $\cdot K/rok$		
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 3\,774,05 \text{ zł/MW} \cdot m \cdot c$		$O_{z0} = 43,15 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot c$		
$O_{m0} = 3\,774,05 \text{ zł/MW} \cdot m \cdot c$		$O_{z0} = 43,15 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot c$		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:			$U_{ok} =$	1,0 W/m^2K		
Wariant 2:			$U_{ok} =$	0,9 W/m^2K		
Wariant 3:			$U_{ok} =$	0,8 W/m^2K		
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m^2			83,4	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	3,0	1,0	0,9	0,8
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	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	84,1	28,0	25,2	22,4
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	2261,7	2261,7	2261,7	2261,7
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz. 4} + \text{poz. 5}$	GJ/a	2345,8	2289,7	2286,9	2284,1
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0100	0,0033	0,0030	0,0027
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2690	0,2690	0,2690	0,2690
9	$q_0, q_1 = \text{poz. 7} + \text{poz. 8}$	MW	0,2790	0,2723	0,2720	0,2717
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		2 724	2 859	2 993
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/ m^2		1250	1400	1550
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		104 250 zł	116 760 zł	129 270 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		38,27	40,84	43,19

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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 $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



11) OS II P

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	19781	m ³ /h
	Współczynnik U			$U =$	1,8	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 889	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 3\,774,05 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$		$O_{z0} = 43,15 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$		
$O_{m0} = 3\,774,05 \text{ zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}$		$O_{z0} = 43,15 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m} \cdot \text{c}$		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:				U_{ok}	1,0	W/m ² K
Wariant 2:				U_{ok}	0,9	W/m ² K
Wariant 3:				U_{ok}	0,8	W/m ² K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
1	Powierzchnia okien	m ²		1	2	3
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	1,8	1,0	184,4	
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,0	1,0	0,9	0,8
		C_m	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	111,5	62,0	55,8	49,6
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	2261,7	2261,7	2261,7	2261,7
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	2373,2	2323,7	2317,5	2311,3
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0133	0,0074	0,0066	0,0059
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2690	0,2690	0,2690	0,2690
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,2823	0,2764	0,2756	0,2749
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		2 403	2 707	2 996
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m ²		1250	1400	1550
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		230 500 zł	258 160 zł	285 820 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		95,92	95,37	95,40

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 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 $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



12) DZ SGIM

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego	$V_{nom} =$	19781	m^3/h		
	Współczynnik U	$U =$	2,5	W/m^2K		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$		
	Liczba stopniodni dla przegrody	$S_d =$	3 889	dzień $\cdot K/rok$		
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 3\,774,05\text{ zł/MW}\cdot m\cdot c$		$O_{z0} = 43,15\text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00\text{ zł/m}\cdot c$		
$O_{m0} = 3\,774,05\text{ zł/MW}\cdot m\cdot c$		$O_{z0} = 43,15\text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00\text{ zł/m}\cdot c$		
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:			U_{drz}	1,4 W/m^2K		
Wariant 2:			U_{drz}	1,3 W/m^2K		
Wariant 3:			U_{drz}	1,2 W/m^2K		
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m^2			8,50	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	2,5	1,4	1,3	1,2
3	Współczynniki	C_r	1,0	1,0	1,0	1,0
	korekcyjne	C_m	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64\cdot 10^{-5}\cdot S_d\cdot A_{drz}\cdot U$	GJ/a	20,1	11,2	10,4	9,6
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot c_r\cdot c_m\cdot V_{nom}\cdot S_d$	GJ/a	2261,7	2261,7	2261,7	2261,7
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz. 4} + \text{poz. 5}$	GJ/a	2281,8	2272,9	2272,1	2271,3
7	$10^{-6}\cdot A_{drz}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0024	0,0013	0,0012	0,0011
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot c_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,2690	0,2690	0,2690	0,2690
9	$q_0, q_1 = \text{poz 7} + \text{poz. 8}$	MW	0,2714	0,2703	0,2702	0,2701
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		434	473	512
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/ m^2		1450	1600	1750
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		12 325 zł	13 600 zł	14 875 zł
13	$SPBT=(N_{drz}+N_w)/\Sigma(\Delta Q_{rdz}+\Delta Q_{rw})$	-		81,09	80,47	81,73

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania $U = 1,3$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła przez przenikanie w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Ocieplenie SZ1 ściany zewn. łącznika styropianem grafitowym o grubości 14 cm	3 390	7,45
2.	Ocieplenie SZ3, SZ4 i SZ5 ścian zewnętrznych w budynku głównym styropianem grafitowym o grubości 14 cm	228 711	8,16
3.	Ocieplenie STP3 styropapą o grubości 20 cm	2 246	8,35
4.	Ocieplenie SZ2 ściany zewn. sali gimnastycznej styropianem grafitowym o grubości 14 cm	98 798	9,51
5.	Ocieplenie STP5 dachu CKU wełną mineralną o grubości 26 cm	47 429	9,88
6.	Ocieplenie STP1 wełną mineralną o grubości 21 cm	184 566	11,62
7.	Wymiana OS okien starych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	116 760	40,84
8.	Ocieplenie STP4-1 i STP4-2 dachu sali gimnastycznej styropapą o grubości 14 cm	82 185	42,08
9.	Ocieplenie STP2 płytami Multipor o grubości 24 cm	28 329	49,44
10.	Wymiana DZ SGIM drzwi na tyłach sali gimnastycznej na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	13 600	80,47
11.	Ocieplenie SZ6 i SZPG od wewnątrz płytami Multipor o grubości 18 cm	297 627	88,08
12.	Wymiana OS II P okien na drugim piętrze budynku głównego na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	258 160	95,37



7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	WARIANT TERMOMODERNIZACYJNY											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Ocieplenie SZ1 ściany zewn. łącznika styropianem grafitowym o grubości 14 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.	Ocieplenie SZ3, SZ4 i SZ5 ścian zewnętrznych w budynku głównym styropianem grafitowym o grubości 14 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.	Ocieplenie STP3 styropapą o grubości 20 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.	Ocieplenie SZ2 ściany zewn. sali gimnastycznej styropianem grafitowym o grubości 14 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.	Ocieplenie STP5 dachu CKU wełną mineralną o grubości 26 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6.	Ocieplenie STP1 wełną mineralną o grubości 21 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7.	Wymiana OS okien starych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8.	Ocieplenie STP4-1 i STP4-2 dachu sali gimnastycznej styropapą o grubości 14 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9.	Ocieplenie STP2 płytami Multopor o grubości 24 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10.	Wymiana DZ SGIM drzwi na tyłach sali gimnastycznej na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11.	Ocieplenie SZ6 i SZPG od wewnątrz płytami Multopor o grubości 18 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12.	Wymiana OS II P okien na drugim piętrze budynku głównego na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x



Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	1 361 801	850	1 362 651
2.	1 103 641	850	1 104 491
3.	806 014	850	806 864
4.	792 414	850	793 264
5.	764 085	850	764 935
6.	681 900	850	682 750
7.	565 140	850	565 990
8.	380 574	850	381 424
9.	333 145	850	333 995
10.	234 347	850	235 197
11.	232 101	850	232 951
12.	3 390	850	4 240



Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego												
Wariant	c.o.				c.w.u.			Oszczędność				
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t \cdot \eta$	Oplata c.o. [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d \cdot \eta$ [GJ/rok]	Oplata c.w.u.	GJ/rok	zł	%
1.	0,369	1278,8	0,70	1	1842,5	80896	0,041	231,2	10 131	1655	71972	44,38
2.	0,376	1335,3	0,70	1	1922,8	84388	0,041	231,2	10 131	1575	68480	42,24
3.	0,381	1400,6	0,70	1	2015,6	88411	0,041	231,2	10 131	1482	64457	39,74
4.	0,381	1403,3	0,70	1	2019,5	88579	0,041	231,2	10 131	1478	64289	39,64
5.	0,383	1415,5	0,70	1	2036,8	89333	0,041	231,2	10 131	1461	63535	39,18
6.	0,390	1456,5	0,70	1	2095,0	91871	0,041	231,2	10 131	1403	60997	37,62
7.	0,396	1509,0	0,70	1	2169,6	95113	0,041	231,2	10 131	1328	57755	35,61
8.	0,403	1567,1	0,70	1	2252,2	98703	0,041	231,2	10 131	1246	54165	33,41
9.	0,405	1590,8	0,70	1	2286,0	100169	0,041	231,2	10 131	1212	52699	32,50
10.	0,439	1810,7	0,70	1	2598,5	113782	0,041	231,2	10 131	899	39086	24,11
11.	0,44	1816,5	0,70	1	2606,7	114140	0,041	231,2	10 131	891	38728	23,89
12.	0,509	2433,4	0,70	1	3483,6	152238	0,041	231,2	10 131	14	630	0,38
stan istniejący	0,510	2443,6	0,70	1	3498,1	152868	0,041	231,2	10 131	-	-	-

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	1 362 651	71 972	44,38	408 795 953 856	30% 70%	190 771	218 024	143 944
2	1 104 491	68 480	42,24	331 347 773 144	30% 70%	154 629	176 719	136 960
3	806 864	64 457	39,74	242 059 564 805	30% 70%	112 961	129 098	128 914
4	793 264	64 289	39,64	237 979 555 285	30% 70%	111 057	126 922	128 578
5	764 935	63 535	39,18	229 481 535 455	30% 70%	107 091	122 390	127 070
6	682 750	60 997	37,62	204 825 477 925	30% 70%	95 585	109 240	121 994
7	565 990	57 755	35,61	169 797 396 193	30% 70%	79 239	90 558	115 510
8	381 424	54 165	33,41	114 427 266 997	30% 70%	53 399	61 028	108 330
9	333 995	52 699	32,50	100 199 233 797	30% 70%	46 759	53 439	105 398
10*	235 197	39 086	24,11	70 559 164 638	30% 70%	32 928	37 632	78 172
11*	232 951	38 728	23,89	69 885 163 066	30% 70%	32 613	37 272	77 456
12*	4 240	630	0,38	1 272 2 968	30% 70%	594	678	1 260

*Warianty niespełniające minimalnych wymogów zwiększenia efektywności energetycznej



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 3** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie przegród zewnętrznych oraz wymianę części okien i drzwi niespełniających aktualnych wymogów.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **39,74 %**.
2. Planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora.

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną

	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
EP_H – ogrzewanie i wentylacja + EP_w – ciepła woda użytkowa [$kWh/m^2 \cdot rok$]	294,8	184,7



8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Opis wykonanych robót

Docieplenie przegród zewnętrznych:

- ściana zewnętrzna SZ 1 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna SZ 2 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna SZ 3 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna SZ 4 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- ściana zewnętrzna SZ 5 – styropian grafitowy fasadowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż metodą lekką-mokrą BSO,
- stropodach STP1 – wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 21 cm.
- stropodach STP2 – ocieplenie od wewnątrz – płyta izolacyjna Multipor Ytong o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 24 cm. Montaż przy użyciu systemowej zaprawy.
- stropodach STP3 – styropapa o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 20 cm. Montaż z zastosowaniem paroizolacji przy użyciu kleju oraz mechanicznych łączników. Na wierzch warstwa papy termozgrzewalnej z obróbką blacharską,
- stropodach STP4-1 i STP4-2 – styropapa o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 14 cm. Montaż z zastosowaniem paroizolacji przy użyciu kleju oraz mechanicznych łączników. Na wierzch warstwa papy termozgrzewalnej z obróbką blacharską,
- stropodach STP5 – wełna mineralna o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o grubości 26 cm.

Wymiana okien i drzwi niespełniających aktualnych wymagań:

- OS okna stare, wymiana na nowe okna PVC o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,
- DZ SGIM drzwi na tyłach sali gimnastycznej, wymiana na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.



Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar do obliczeń [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	Ocieplenie SZ1 ściany zewn. łącznika styropianem grafitowym o grubości 14 cm	25,3	134,00	3 390
2.	Ocieplenie SZ3, SZ4 i SZ5 ścian zewnętrznych w budynku głównym styropianem grafitowym o grubości 14 cm	1 706,8	134,00	228 711
3.	Ocieplenie STP3 styropapą o grubości 20 cm	20,8	108,00	2 246
4.	Ocieplenie SZ2 ściany zewn. sali gimnastycznej styropianem grafitowym o grubości 14 cm	737,3	134,00	98 798
5.	Ocieplenie STP5 dachu CKU wełną mineralną o grubości 26 cm	220,6	215,00	47 429
6.	Ocieplenie STP1 wełną mineralną o grubości 21 cm	915,3	190,00	173 907
7.	Ocieplenie STP4-1 i STP4-2 dachu sali gimnastycznej styropapą o grubości 14 cm	856,1	96,00	82 185
8.	Wymiana OS okien starych na nowe o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	83,4	1 400	116 760
9.	Ocieplenie STP2 płytami Multipor o grubości 24 cm	49,7	570,00	28 329
10.	Wymiana DZ SGIM drzwi na tyłach sali gimnastycznej na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	8,5	1 600	13 600



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

1. nr	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót		806 864
2.	Udział środków własnych	30%	242 059
3.	Kwota kredytu	70%	564 805
4.	Premia termomodernizacyjna	20% kredytu/ 16% kosztów całkowitych/ 2-letnie oszczędności	112 961

9. Załączniki do audytu

Załącznik nr 1 Efekt ekologiczny

Załącznik nr 2 Rysunki



Załącznik nr 1

EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (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 ₂ [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 ₂	354,12	213,36		140,76	39,74
Pył PM 10	0	0		0	0

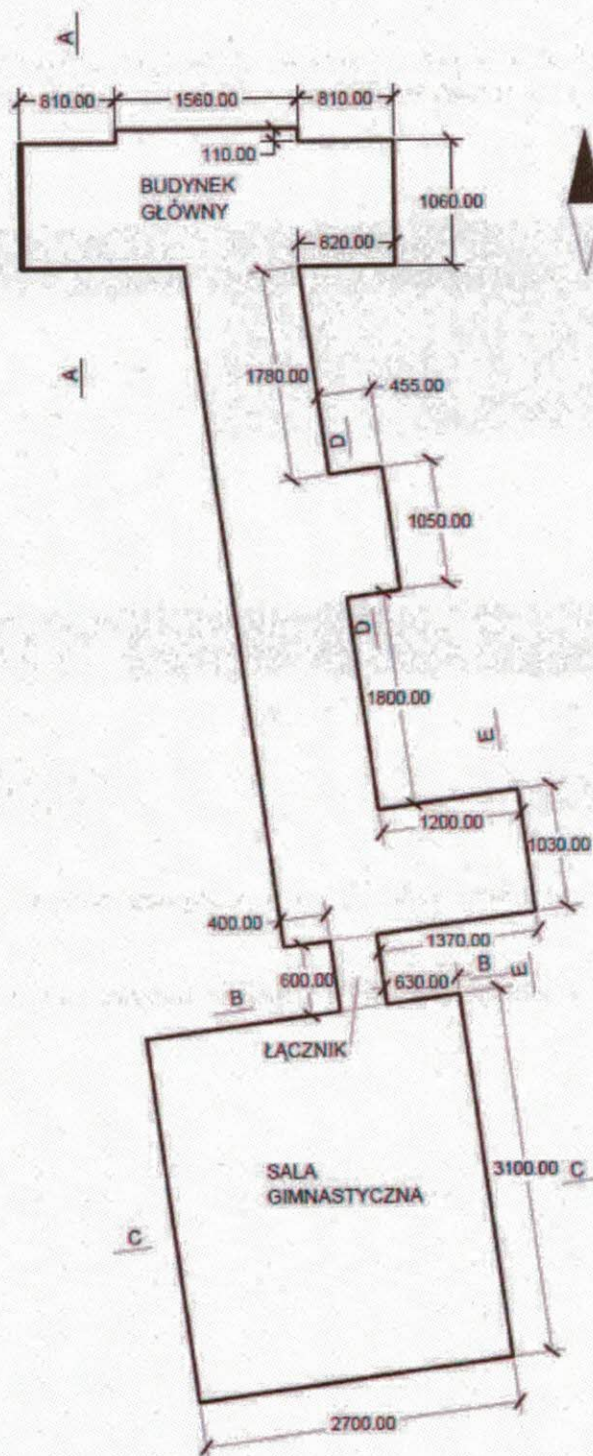
Redukcja emisji CO₂ jest równa redukcji zużycia zapotrzebowania na energię użytkową i wynosi **39,74 %**.

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



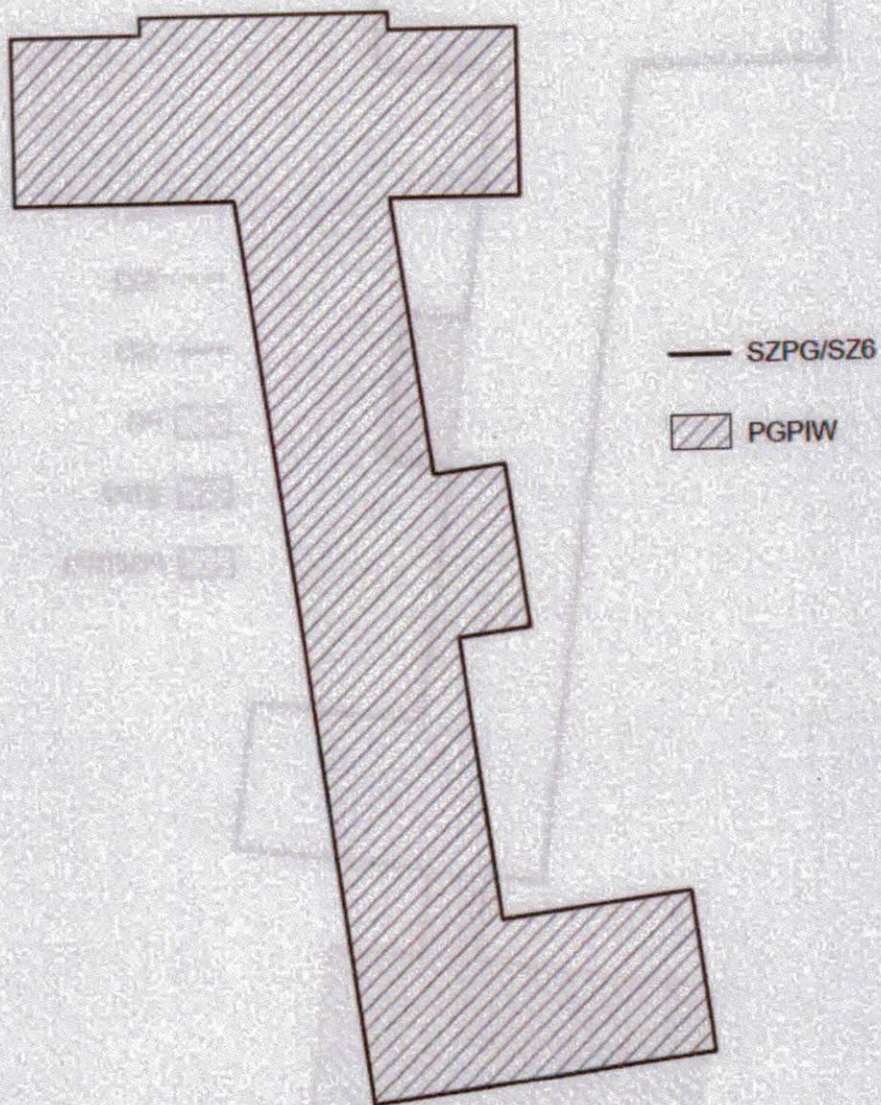
Załącznik nr 2

RYSUNKI



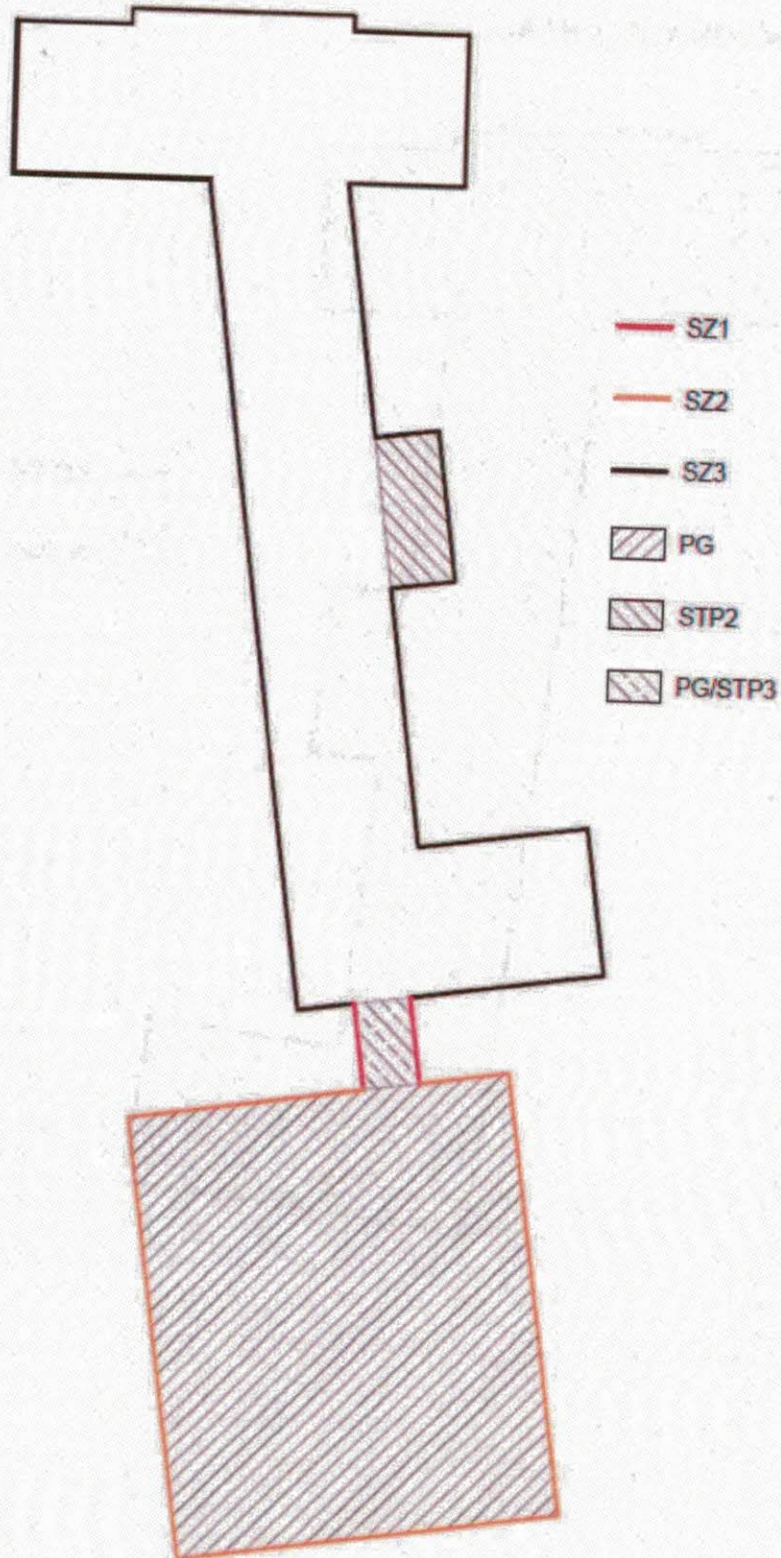


KONDYGNACJA - PIWNICA

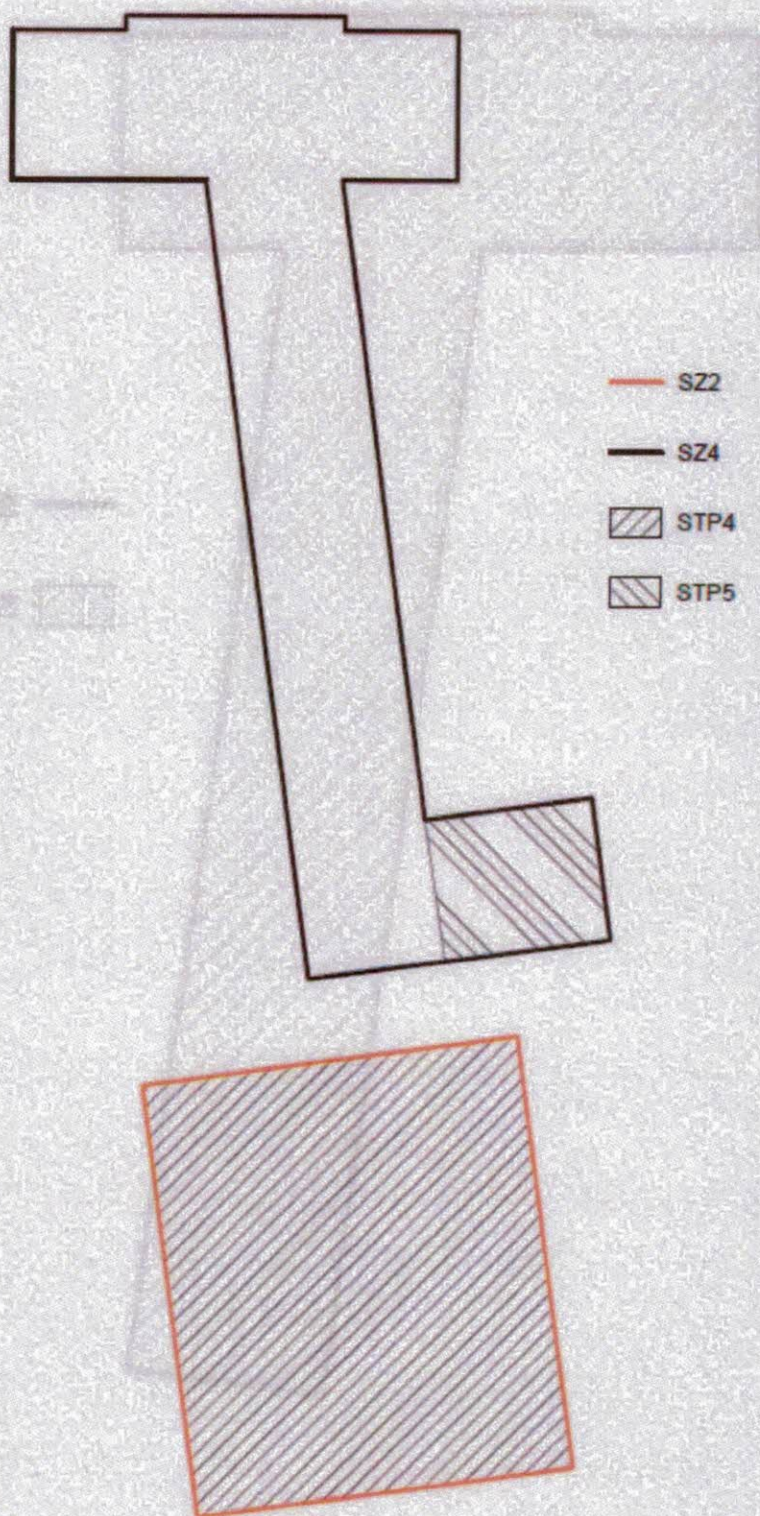




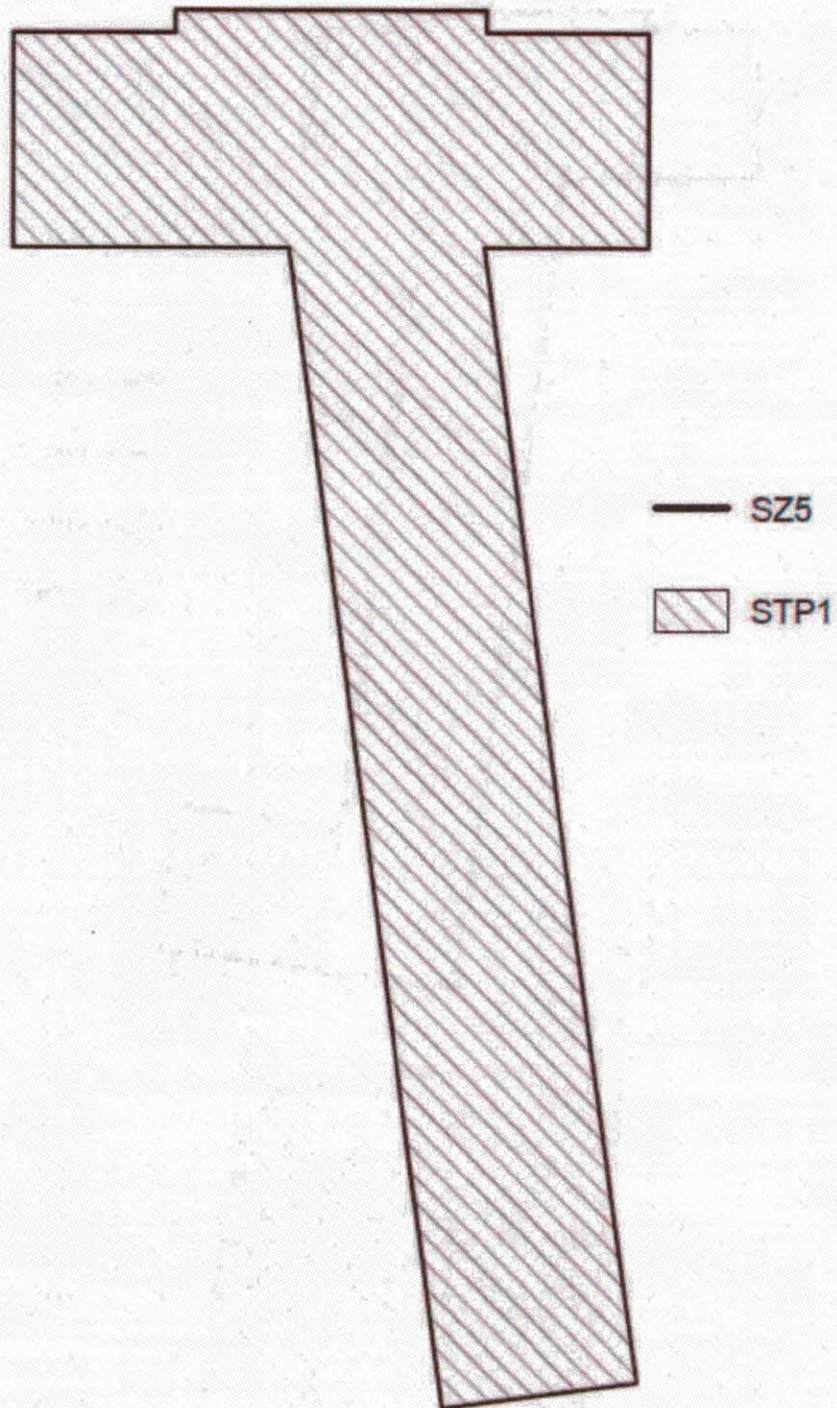
KONDYGNACJA - PARTER



KONDYGNACJA - I PIĘTRO

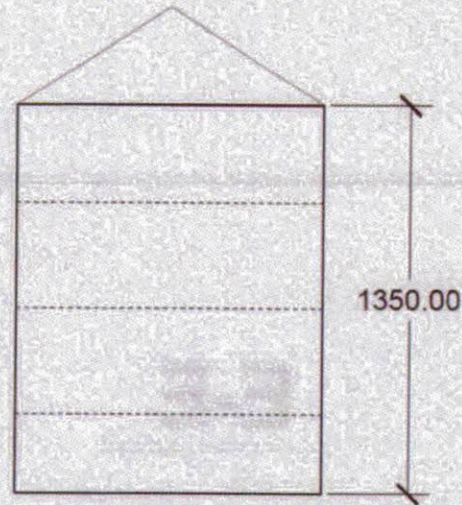


KONDYGNACJA - II PIĘTRO

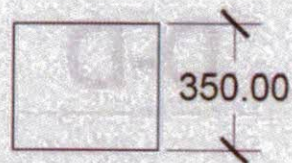




A-A



B-B

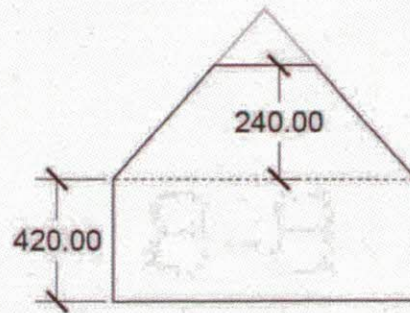




C-C



E-E



D-D

