



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

obiekt:

**Budynek Szkoły Podstawowej nr 20 im. Stefana
Batorego w Poznaniu**

Adres budynku	ulica miejscowość kod powiat: województwo:	Oś. Rzeczypospolitej 44 Poznań 61-365 poznański wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: tytuł zawodowy: nr opracowania:	Józef Zieleziński Inżynier NAPE NR 12/98 06/78/2016

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek Szkoły Podstawowej nr 20 im. Stefana Batorego, Oś. Rzeczypospolitej 44 w Poznaniu	1.2. Rok budowy	1969
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Miasto Poznań ul. pl. Kolegiacki 17 kod 61-841 Ponań tel. 61 87 85 200 NIP 782-13-36-667	1.4. Adres budynku ul. Oś. Rzeczypospolitej 44 kod 61-365 Poznań powiat poznański woj. wielkopolskie	
2. Nazwa, nr REGON i adres podmiotu wykonującego audyt TERMOENERGY REGON: 634458024 60-461 Poznań, ul. Arystofanesa 85			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Audytór Energetyczny: Józef Zieleziński PESEL: 48021605291 60-461 Poznań, ul. Arystofanesa 85 NAPE NR 12/98 <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	<i>Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)</i>
1	Feliks Wcisło	Obliczenia zapotrzebowania na ciepło	NAPE 73/2004; KAPE 0167
2			
5. Miejscowość Poznań		Data wykonania opracowania Kwiecień 2016r.	
6. Spis treści			
			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			10
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			20
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			23
8. Opis wariantu optymalnego			26
9. Załączniki			28

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	13 332	13332
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	3 752	3752
5.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych [m ²]	3 702	3702
6.	Powierzchnia użytkowa innych pomieszczeń [m ²]	50	50
7.	Liczba lokali użytkowych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	587	587
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł cieplny	węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	węzeł cieplny	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,28	0,28
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,04; 1,19; 0,99	0,21; 0,22; 0,17
2.	Dach/stropodach/strop nad nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,78; 1,00	0,17
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,30	0,30
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 3,10	1,30; 1,10
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,70; 3,10	1,70; 1,50
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,96	0,96
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	13 332	13 332
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,0	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	378,3	240,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu [kW]	2,9	2,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzgl. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2113,9	1025,3
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzgl. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3082,0	1308,0
5.	Obliczeniowe obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	68,0	68,0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m2rok]	156,5	75,9	
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	228,2	96,9	
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	49,95	49,95	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	13568,70	13568,70	
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³]	14,72	14,72	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	4,79	2,32	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00	
7.	Inne [zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
Planowana kwota kredytu [zł]		1 205 763,56	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	56,3%
Planowane koszty całkowite [zł]		1 418 545,36	Premia termomodernizacyjna [zł]	222 157,32
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]				111 078,66
1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł				
2) energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.				
3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.				
4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.				

1. Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
2. Wyliczenie opłat jednostkowych za ciepło zamieszczono w załączniku 1.
3. Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2.
4. Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3.
5. Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4.
6. Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczono w załączniku 5 (wydruki z programu komputerowego z obliczeniami w załączeniu do audytu).

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Materiały przekazane przez Zlecniodawcę

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 6 listopada 2008r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pani Beata Lewicka-Płaczek - Dyrektor Szkoły

3.4. Data wizji lokalnej

02.04.2016r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie dofinansowania ze środków Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020, Oś priorytetowa 3 Energia, Działanie 3.2, Poddziałanie 3.2.3 Kompleksowa modernizacja energetyczna budynków użyteczności publicznej.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja instalacji c.o.
 - Docieplenie stropodachu szkoły
 - Docieplenie stropodachu sali gimnastycznej
 - Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych
 - Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych
 - Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie
 - Wymiana okien
 - Wymiana drzwi wejściowych

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

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	212 781,80 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	1 205 763,56 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	61-365 Poznań, Oś. Rzeczypospolitej 44			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1969		Rok zasiedlenia		1971	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka: żerańska					
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	1700,30	10	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	13331,50	11	Liczba klatek schodowych	1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	13331,50	12	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa lokali	[m ²]	3701,58	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,62	
5	Powierzchnia mieszkalna	[m ²]	50,00	14	Liczba użytkowników	587	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0,00				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]	0,00	15	Liczba lokali	1	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0,00	16	Liczba lokali z WC w łazience	0	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	3751,58	17	Liczba lokali z WC osobno	1	

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

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

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek użyteczności publicznej, o 3 kondygnacjach nadziemnych, częściowo podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami nośnymi z cegły żerańskiej i stropami w postaci płyt żelbetowych opartych na ściankach ażurowych.

Fundamenty: betonowe.

Ściany zewnętrzne: w technologii żerańskiej oraz z pustaków PGS, obustronnie tynkowane.

Ściany działowe: tradycyjne, z cegły ceramicznej o grubości 12 cm.

Stropodach: konstrukcji żelbetowej, pokryty papą bitumiczną.

Na podłogach: w zależności od przeznaczenia pomieszczenia - wykładzina PCV lub płytki ceramiczne.

Okna: częściowo po wymianie, z PCV, wartość ich współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, częściowo okna do wymiany (52 szt.), wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Drzwi wejściowe: częściowo po wymianie, wartość ich współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, do wymiany (3 szt.), stalowe, wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

L.p.	Opis	Położenie	Pow. netto m ²	UK W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściany zewnętrzne nośne	N,E,S,W	565,0	1,035				
2	Ściany zewnętrzne osłonowe	N,E,S,W	1 388,4	1,193				
3	Ściany zewnętrzne przy gruncie	N	47,6	0,991				
4	Podłoga na gruncie	H	739,6	0,303				
5	Stropodach sali gimnasytycznej, łącznika i cz. niskiej	H	416,5	0,779				
6	Stropodach szkoły	H	1066,8	0,996				
7	Okna po wymianie	N,E,S,W			521,2	1,3		
8	Okna do wymiany	N,E,S,W			315,6	3,1		
9	Drzwi wejściowe po wymianie	S					21,8	1,7
10	Drzwi wejściowe do wymiany	N,E,W					6,2	3,1

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	0,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	naturalna
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	okna/kanały
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	13 331,5
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	13 568,70
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	49,95
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie za pomocą ciepła sieciowego.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	Tak
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	Częściowo osłonięte
6.	Zawory termostatyczne	Tak/nie
7.	Zabezpieczenie	Brak
8.	Odpowietrzenie	Zawory odpowietrzające
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 20
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,95
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,658
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,96

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w węźle cieplnym. Instalacja z cyrkulacjami.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone po wierzchu ścian. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane. Dobry stan techniczny
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Ogrzewanie z węzła cieplnego - ciepło sieciowe (rok instalowania 1996).

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	13 332

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne nośne	1,03	0,23
ściany zewnętrzne osłonowe	1,19	0,23
ściany zewnętrzne przy gruncie	0,99	0,23
stropodach Sali, łącznika, cz. nis.	0,78	0,18
stropodach szkoły	1,00	0,18
podłoga na gruncie	0,30	0,25

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	3,1	1,5
okno	3,1	1,1

5.3 System grzewczy

Ogrzewanie z węzła ciepłego - ciepło sieciowe.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w dostatecznym stanie technicznym. Nie stwierdzono korozji przewodów, izolacja termiczna przewodów poziomych jest w dobrym stanie.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany współczynnik przenikania ciepła.
2	<u>Okna</u> po wymianie, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, do wymiany, $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, drzwi po wymianie, $U = 1,7 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, drzwi do wymiany, $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$	Należy wymienić nieszczelne okna i drzwi.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie stwierdza się zbyt małego ani nadmiernego przewietrzania.	Nie przewiduje się zmian w wentylacji.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. przygotowywana w węźle cieplnym, instalacja w umiarkowanym stanie.	Nie przewiduje się usprawnień systemu przygotowania cwu.
5	<u>System grzewczy</u> Ogrzewanie z węzła cieplnego. Instalacja o umiarkowanej sprawności regulacji.	Przewiduje się modernizację systemu ogrzewania.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	jw. przez dach sali gimnastycznej, łącznika i części niskiej	Ocieplenie poprzez ułożenie płyt ze styropapy na płycie dachu
3	jw. przez stropodach	Ocieplenie poprzez ułożenie warstwy wełny mineralnej granulowanej na stropie ostatniej kondygnacji
4	jw. przez okna i drzwi	Wymiana okien i drzwi na szczelne

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie dachu
		Ocieplenie stropodachu
		Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Wymiana okien i drzwi
II		

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	0,0	0,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d * dla przegród zewnętrznych *	3 552	3 552	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą **	1 776	1 776	
$O_{0m}, O_{1m},$ ***	13 568,70	13 568,70	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$ ***	49,95	49,95	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m-c}$

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne nośne		
Dane:				A	=	565,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	594,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,13	3,75	4,38
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,97	4,09	4,72	5,34
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	179,4	42,4	36,8	32,5
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0234	0,0055	0,0048	0,0042
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		9 758	10 151	10 464
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		219,70	227,50	235,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		130 511	135 144	139 778
9	$SPBT = N_u / \Delta O_{ru}$	lata		13,37	13,31	13,36
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,03	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		135 144 zł		SPBT= 13,3 lat

Uwaga:

W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi (w tym docieplenie wnęk okiennych).

Docieplenie ścian powyżej granicy 20 cm nad gruntem styropianem fasadowym, poniżej tej granicy, do poziomu 30 cm poniżej terenu styropianem ekstrudowanym (o parametrach jak dla wariantu 2).

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne osłonowe		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1388,4 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	1459,8 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,13	3,75	4,38
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,84	3,96	4,59	5,21
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	508,4	107,5	92,9	81,7
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0663	0,0140	0,0121	0,0107
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		28 541	29 579	30 367
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		220,50	227,50	234,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		321 878	332 096	342 315
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		11,28	11,23	11,27
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,19	0,25	0,22	0,19
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 332 096 zł		SPBT = 11,2 lat		

Uwaga:

W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi (w tym docieplenie wnęk okiennych).

Docieplenie ścian powyżej granicy 20 cm nad gruntem styropianem fasadowym, poniżej tej granicy, do poziomu 30 cm poniżej terenu styropianem ekstrudowanym (o parametrach jak dla wariantu 2).

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne przy gruncie		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	47,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	43,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,13	3,75	4,38
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,01	4,13	4,76	5,38
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	14,5	3,5	3,1	2,7
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0019	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/a		777	814	834
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		357,80	366,00	384,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		15 600	15 958	16 751
9	$SPBT = N_u / \Delta O_{ru}$	lata		20,08	19,60	20,09
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,99	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 15 958 zł		SPBT= 19,6 lat		

Uwaga:

W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi (w tym wykonanie wykopów).

Docieplenie ścian wykonać do głębokości 1,0m poniżej poziomu terenu styropianem ekstrudowanym o parametrach jak dla wariantu 2 (na planie sytuacyjnym ściana C-D)

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach sali gimnastycznej, łącznika i cz. niskiej		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	416,5 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	411,5 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem styropapy o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,18 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,18 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,00	4,57	5,14
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,28	5,28	5,86	6,43
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	99,5	24,2	21,8	19,9
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0130	0,0032	0,0028	0,0026
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		5 357	5 542	5 669
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		261,00	267,50	276,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		107 402	110 076	113 656
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		20,05	19,86	20,05
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,78	0,19	0,17	0,16
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 110 076 zł		SPBT= 19,9 lat		

Uwaga:

W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi.

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach szkoły		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1066,8 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	1053,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,18 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,18 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,00	5,50	6,00	6,50
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	326,0	59,5	54,5	50,3
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0425	0,0078	0,0071	0,0066
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/a		18 962	19 325	19 617
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		111,00	112,60	115,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		116 950	118 635	121 164
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		6,17	6,14	6,18
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,00	0,18	0,17	0,15
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 118 635 zł		SPBT= 6,1 lat		

Uwaga: W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi.

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Podłoga na gruncie		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	739,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	702,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie przez ułożenie warstwy styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,00	2,50	3,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	3,30	5,30	5,80	6,30
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	68,7	42,8	39,1	36,0
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0090	0,0056	0,0051	0,0047
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		1 847	2 114	2 334
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		0,00	0,00	0,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		0	0	0
9	SPBT= $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		0,00	0,00	0,00
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,30	0,19	0,17	0,16
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu cen SEKOCENBUDu. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A_{koszt}).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 0 zł		SPBT= 0,0 lat		

Uwaga: W uzgodnieniu z inwestorem, z uwagi na trudności techniczne, nie realizuje się tego usprawnienia.

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
<div>Dane: powierzchnia okien </div>					

Uwaga: Ceny jednostkowe zawierają demontaż starych okien, montaż nowych wraz z pracami i materiałami pomocniczymi.

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi	
Dane: powierzchnia drzwi					

Uwaga: Ceny jednostkowe zawierają demontaż starych drzwi, montaż nowych wraz z pracami i materiałami pomocniczymi.

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

Dane: $Q_{ocw} = 68,27 \text{ GJ}$

$q_{ocw} = 0,0029 \text{ MW}$

Opis:

Nie przewiduje się usprawnienia systemu zaopatrzenia w cwu.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0029	0,0029
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	68,3	68,3
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	3 410,13	3 410,13
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	469,99	469,99
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	3 880,12	3 880,12
7	Różnica	zł/a		0,00
8	Koszt	zł		0,00
9	SPBT	lat		-

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

KOSZT	0 zł	SPBT	- lat
-------	------	------	-------

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Docieplenie stropodachu szkoły	118 635	6,1
2	Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowe	332 096	11,2
3	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych	135 144	13,3
4	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	15 958	19,6
5	Docieplenie stropodachu sali gimn., łącznika i cz. niskiej	110 076	19,9
6	Wymiana okien	322 701	22,4
7	Wymiana drzwi wejściowych	12 655	25,6

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

Dane: Q_{oco} = okna/kanal GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w umiarkowanym stanie technicznym

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

Przewiduje się modernizację instalacji ogrzewania polegającą na wymianie grzejników z zaworami termostatycznymi.

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Wymiana grzejników z zaworami termostatycznymi	156	2 380,00	371 280,00
2				
3				
koszt			zł	371 280,00

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
1	rodzaj systemu zasilania	MSC		MSC
2	sprawność wytwarzania *	$\eta_{H,g} =$	0,95	$\eta_{H,g} = 0,95$
3	sprawność przesyłu **	$\eta_{H,d} =$	0,90	$\eta_{H,d} = 0,90$
4	sprawność regulacji i wykorzystania ***	$\eta_{H,e} =$	0,77	$\eta_{H,e} = 0,88$
5	sprawność akumulacji ****	$\eta_{H,s} =$	1,00	$\eta_{H,s} = 1,00$
6	sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot} =$	0,658	$\eta_{H,tot} = \mathbf{0,752}$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t = 1,00$
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,96	$w_d = 0,96$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł kompaktowy bez obudowy, moc pow. 300 kW	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody izolowane, urządzenia w przestrzeni nieogrzewanej	bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna bez automatycznej regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa z regulacją w zakresie P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła	bez zmian

* Przyjęto wielkości wg Tabeli 2, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

** Przyjęto wielkości wg Tabeli 6, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

*** Przyjęto wielkości na podstawie p. 4.1.2.3, RMliR z dnia 27 lutego 2015r. (współczynnik X=1)

**** Przyjęto wielkości wg Tabeli 8, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna co *	MW	0,378267	0,240285
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu *	GJ/rok	2113,85	1025,29
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,658	0,752
4	Obniżenie nocne	-	0,96	0,96
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	3082,00	1308,00
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	153 946,82	65 334,99
8	Roczna opłata stała	zł/rok	61 591,08	39 124,25
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	215 537,90	104 459,24
11	Różnica	zł/rok		111 078,66
12	Koszt	zł		371 280
13	SPBT	lat		3,3

* policzone programem

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

L.p.	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Docieplenie stropodachu szkoły	X	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowe	X	X	X	X	X	X		
4	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych	X	X	X	X	X			
5	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	X	X	X	X				
6	Docieplenie stropodachu sali gimn., łącznika i cz. niskiej	X	X	X					
7	Wymiana okien	X	X						
8	Wymiana drzwi wejściowych	X							

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

L.p.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8	1 418 545
2	1+2+3+4+5+6+7	1 405 891
3	1+2+3+4+5+6	1 083 190
4	1+2+3+4+5	973 114
5	1+2+3+4	957 156
6	1+2+3	822 012
7	1+2	489 915
8	1	371 280

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,2403	1 025	0,752	0,96	1 308	104 459	0,0029	68	4 241	0,2432	1 376	108 700	1 774	111 079
2	0,2407	1 028	0,752	0,96	1 312	104 720	0,0029	68	4 241	0,2435	1 380	108 961	1 770	110 818
3	0,2649	1 185	0,752	0,96	1 512	118 664	0,0029	68	4 241	0,2678	1 580	122 905	1 570	96 874
4	0,2724	1 255	0,752	0,96	1 601	124 316	0,0029	68	4 241	0,2752	1 669	128 557	1 481	91 222
5	0,2753	1 272	0,752	0,96	1 623	125 895	0,0029	68	4 241	0,2782	1 691	130 136	1 459	89 643
6	0,2933	1 414	0,752	0,96	1 804	137 874	0,0029	68	4 241	0,2962	1 872	142 115	1 278	77 664
7	0,3458	1 843	0,752	0,96	2 352	173 788	0,0029	68	4 241	0,3487	2 420	178 029	730	41 750
8	0,3783	2 114	0,752	0,96	2 697	196 307	0,0029	68	4 241	0,3812	2 765	200 548	385	19 231
0-stan istniejący	0,3783	2 114	0,658	0,96	3 082	215 538	0,0029	68	4 241	0,3812	3 150	219 779		

 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik 5 - str. 34

²⁾ - moc i zużycie energii na cwu - załącznik 4 - str. 33

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
							20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł., ściany nośne, ściany przy gr., stropodach sali, okna, drzwi	1 418 545,36	111 078,66	56,3%	212 781,80	15,0%	241 152,71	226 967,26	222 157,32
					1 205 763,56	85,0%			
2	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł., ściany nośne, ściany przy gr., stropodach sali, okna	1 405 890,79	110 817,96	56,2%	210 883,62	15,0%	239 001,43	224 942,53	221 635,92
					1 195 007,17	85,0%			
3	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł., ściany nośne, ściany przy gr., stropodach sali,	1 083 189,79	96 873,55	49,8%	162 478,47	15,0%	184 142,26	173 310,37	193 747,10
					920 711,32	85,0%			
4	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł., ściany nośne, ściany przy gr.	973 113,54	91 222,26	47,0%	145 967,03	15,0%	165 429,30	155 698,17	182 444,52
					827 146,51	85,0%			
5	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł., ściany nośne	957 155,94	89 643,02	46,3%	143 573,39	15,0%	162 716,51	153 144,95	179 286,04
					813 582,55	85,0%			
6	instalacja c.o., stropodach szkoły, ściany osł.	822 011,62	77 664,34	40,6%	123 301,74	15,0%	139 741,97	131 521,86	155 328,68
					698 709,87	85,0%			
7	instalacja c.o., stropodach szkoły,	489 915,36	41 749,65	23,2%	73 487,30	15,0%	83 285,61	78 386,46	83 499,30
					416 428,06	85,0%			
8	instalacja c.o.	371 280,00	19 230,87	12,2%	55 692,00	15,0%	63 117,60	59 404,80	38 461,73
					315 588,00	85,0%			

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Modernizacja instalacji c.o.
- Docieplenie stropodachu szkoły
- Docieplenie stropodachu sali gimnastycznej
- Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych
- Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych
- Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie
- Wymiana okien
- Wymiana drzwi wejściowych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie
56,3% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą
212 781,80 zł, co spełnia oczekiwania inwestora

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

- 1 Modernizacja instalacji c.o. polegająca na wymianie grzejników z zaworami termostatycznymi.
- 2 Ocieplenie stropodachu szkoły przez ułożenie na stropie ostatniej kondygnacji warstwy wełny mineralnej granulowanej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$), o grubości 20 cm.
- 3 Ocieplenie stropodachu sali gimnastycznej, łącznika i części niskiej przez ułożenie na płycie dachu warstwy styropapy (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm.
- 4 Ocieplenie ścian zewnętrznych osłonowych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
- 5 Ocieplenie ścian zewnętrznych nośnych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
- 6 Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie styropianem ekstrudowanym (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową.
- 7 Wymiana nieszczelnych okien na okna o współczynniku przenikania $U = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ - 52 szt.
- 8 Wymiana nieszczelnych drzwi na drzwi stalowe techniczne o współczynniku przenikania $U = 1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ - 3 szt.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² / zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o.	1,00	371 280,00	371 280,00
2	Docieplenie strop. sali gimn., łącznika i cz. niskiej	411,50	267,50	110 076,25
3	Docieplenie stropodachu szkoły	1053,60	112,60	118 635,36
4	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych	594,04	227,50	135 144,33
5	Docieplenie ścian zewnętrznych podłużnych	1459,76	227,50	332 096,26
6	Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie	43,60	366,00	15 957,60
7	Wymiana okien	315,60	1022,50	322 701,00
8	Wymiana drzwi wejściowych	6,20	2041,06	12 654,57
			SUMA	1 418 545,36

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu - finansowanie ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Śląskiego, działanie 4.3

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		1 418 545,36 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	212 781,80 zł
Dofinansowanie:	85,0%	1 205 763,56 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		12,8

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o dofinansowanie
2. Zawarcie umowy z wykonawcą robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Wyliczenie opłat jednostkowych za ciepło.
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród przed i po termomodernizacji.
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
Załącznik 4	Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu.
Załącznik 5	Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku.
Załącznik 6	Zdjęcia i rysunki budynku.
Załącznik 7	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie.

Załącznik nr 1**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Opłaty za zużycie ciepła**

Założenia:

- budynek z ogrzewaniem z węzła cieplnego (ciepło sieciowe)
- opłaty za paliwo po modernizacji budynku nie ulegają zmianie

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	-	-
Przesył	zł/(MW-m-c)	-	-
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	11 031,46	13 568,70
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	-	-
Przesył	zł/GJ	-	-
Razem opłata zmienna	zł/GJ	40,61	49,95
Abonament	zł/ m-c	0,00	0,00

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	-	-
Przesył	zł/(MW-m-c)	-	-
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	11 031,46	13 568,70
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	-	-
Przesył	zł/GJ	-	-
Razem opłata zmienna	zł/GJ	40,61	49,95
Abonament	zł/ m-c	0,00	0,00

Załącznik 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne nośne "cegła żerańska"	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	1,035
	cegła żerańska	0,380	0,500	0,760	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,967	
Ściany zewnętrzne podłużne "gazobeton"	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	1,193
	gazobeton	0,240	0,380	0,632	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,838	
Ściany zewnętrzne przy gruncie	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	0,991
	żwirobeton	0,410	1,700	0,241	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _g 0,731	
				0,000	
				razem 1,009	
Stropodach sali gimnastycznej, łącznika i cz. niskiej	papa bitumiczna	0,020	0,180	0,111	0,779
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	wełna mineralna	0,030	0,050	0,600	
	elem. konstr. stropu	0,220		0,362	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,040	
				razem 1,284	
Stropodach szkoły	wełna mineralna	0,030	0,050	0,600	0,996
	elem. konstr. stropu	0,250		0,202	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,090	
				razem 1,004	
Podłoga na gruncie	posadzka ceramiczna	0,020	1,050	0,019	0,303
	podkład z betonu	0,100	1,400	0,071	
	piasek	0,050	0,400	0,125	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _g 3,089	
				razem 3,304	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne nośne "cegła żerańska"	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	0,212
	cegła żerańska	0,380	0,500	0,760	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,120	0,032	3,750	
				0,000	
				0,000	
			R_{si}	0,130	
			R_{se}	0,040	
			razem	4,717	
Ściany zewnętrzne podłużne "gazobeton"	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	0,218
	gazobeton	0,240	0,380	0,632	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,120	0,032	3,750	
				0,000	
				0,000	
			R_{si}	0,130	
			R_{se}	0,040	
			razem	4,588	
Ściany zewnętrzne przy gruncie	tynk cem- wap	0,015	0,820	0,018	0,210
	żwiroboton	0,410	1,700	0,241	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,120	0,032	3,750	
				0,000	
				0,000	
			R_g	0,731	
				0,000	
			razem	4,759	
Stropodach sali gimnastycznej, łącznika i cz. niskiej	styropapa	0,160	0,035	4,571	0,171
	papa bitumiczna	0,020	0,180	0,111	
	żelbet	0,100	1,700	0,059	
	wełna mineralna	0,030	0,050	0,600	
	elem. konstr. stropu	0,220		0,362	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
			R_{si}	0,100	
			R_{se}	0,040	
			razem	5,856	
Stropodach szkoły	wełna min. granulowana	0,200	0,040	5,000	0,167
	wełna mineralna	0,030	0,050	0,600	
	elem. konstr. stropu	0,250		0,202	
	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R_{si}	0,100	
			R_{se}	0,090	
			razem	6,004	
Podłoga na gruncie	posadzka ceramiczna	0,020	1,050	0,019	0,303
	podkład z betonu	0,100	1,400	0,071	
	piasek	0,050	0,400	0,125	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R_g	3,089	
			razem	3,304	

Załącznik 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>strumień powietrza w m³/h</i>	<i>Strumień w m³/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
pomieszczenia budynku	13331,50	3,703	3,703
ŁĄCZNIE V_o			3,703

Vo=	13 332	m ³ /h
Kubatura wentylowana budynku	13 581	m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,98	h ⁻¹

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$V_{\text{nom}} = \Psi = 13\,332 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne

	Przed wymianą okien	Po wymianie okien
c _r	1,1	1,0
c _w	1,0	1,0
c _m	1,2	1,0

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

$$c_r * c_w * V_{\text{nom}} = 14\,664,7 \quad 13\,331,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m * \Psi = 15\,997,8 \quad 13\,331,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Załącznik 4

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg K)	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/dm ³	1	1
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{wi}	dm ³ /(m ² dzień)	0,35	0,35
powierzchnia pom. o regulowanej temp. powietrza A_f	m ²	3751,58	3751,58
obliczeniowa temperatura c.w.u. w zaworze czterpalnym θ_w	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	13 805,8	13 805,8
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$ *	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$ **	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$ ***	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,728	0,728
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	18 964,0	18 964,0
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	68,3	68,3

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Srednie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,072947389	0,072947389
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	1,251	1,251
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_f / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,142	0,142
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	3,6	3,6
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	2,9	2,9

* Przyjęto wielkości wg Tabeli 9, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

** Przyjęto wielkości wg Tabeli 12, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

*** Przyjęto wielkości wg Tabeli 14, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

Załącznik nr 5

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 PRO**

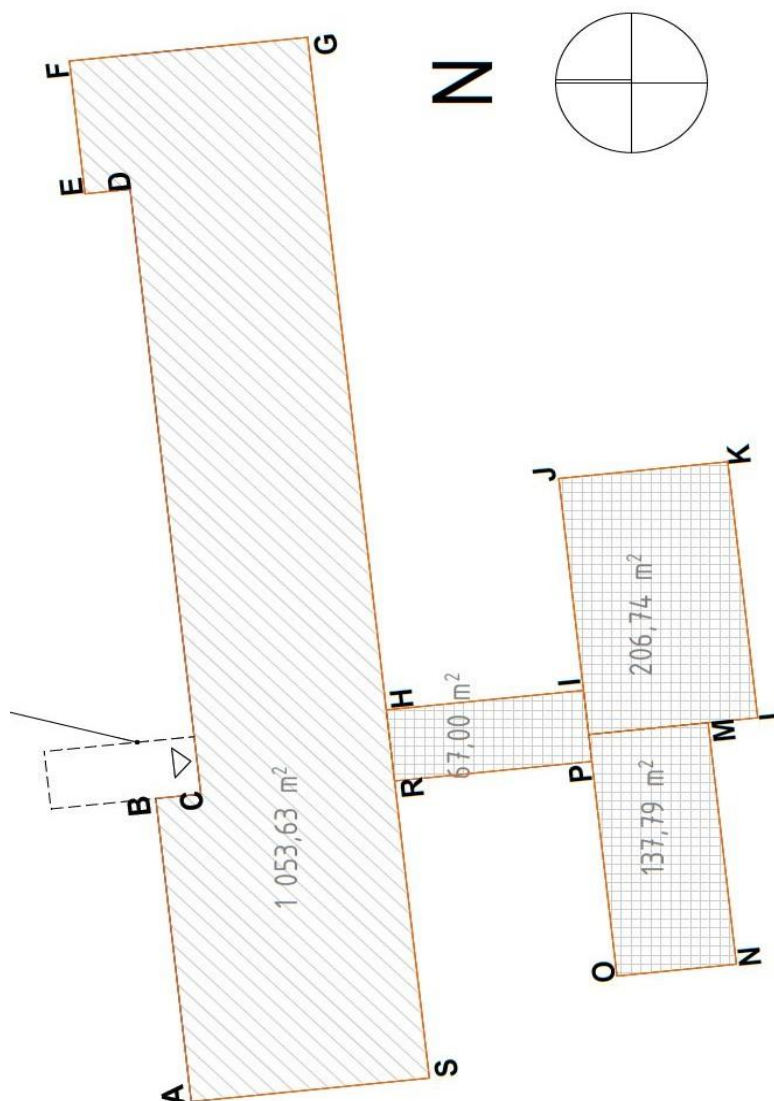
Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła QH, GJ/a
1	0,2403	1 025,29
2	0,2407	1 028,23
3	0,2649	1 185,38
4	0,2724	1 254,70
5	0,2753	1 272,20
6	0,2933	1 414,15
7	0,3458	1 843,03
8	0,3783	2 113,85
0 - stan istniejący	0,3783	2 113,85

Zdjęcia budynku

Załącznik nr 6



Plan sytuacyjny



Elewacje budynku



Elewacje budynku

