


AUDYT TERMOMODERNIZACYJNY BUDYNKU


dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

Budynek Szkoły Podstawowej nr 3 i Gimnazjum nr 4 przy ul. Grodzieńska 1 w Ełku



Inwestor:	Gmina Miasto Ełk Ulica: Piłsudskiego 4 w Ełk Kod: 19-300 Miejscowość: Ełk Powiat: Ełk województwo: warmińsko - mazurskie
Wykonawca audytu:	mgr inż. Piotr Kukla ul. Jasna 66 43-211 Piasek tel. 603-554-419 <small>mgr inż. Piotr Kukla Audytor energetyczny Kurs 69/2004 NAPE nr 1136</small> 

Piasek, wrzesień 2016, edycja maj 2018

Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	oświatowy	1.2. Rok ukończenia budowy	1982
1.3. Inwestor (Nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Miasto Elk ul. Piłsudskiego 4 19-300 Elk woj. warmińsko - mazurskie	1.4. Adres budynku	Szkoła Podstawowa nr 3 i Gimnazjum nr 4 19-300 Elk ul. Grodzieńska 1 powiat elcki woj. warmińsko - mazurskie
2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt			
Piotr Kukła, ul. Jasna 66, 43-211 Piasek; PESEL: 72020504312			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Piotr Kukła, ul. Jasna 66, 43-211 Piasek, tel. 603-554-419 mgr inż. energetyk, kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego NAPE 2004 - nr 1136, kosztorysant w zakresie budownictwa, uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków (uprawnienia nr: MI/ŚE/72/2009) <div style="text-align: right;"> mgr inż. Piotr Kukła Audytor energetyczny Kurs 69/2004 NAPE nr 1136  </div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1			
5. Miejscowość	Piasek	6. Data wykonania opracowania	wrzesień 2016, edycja maj 2018*
7. Spis treści			
1. Strona tytułowa 2. Karta audytu energetycznego str. 3 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora str. 5 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku str. 6 5. Ocena stanu technicznego budynku str. 9 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego str. 10 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego str. 11 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych przewidzianego do realizacji str. 22 9. Analiza finansowa dla proponowanego wariantu termomodernizacji przy dofinansowaniu ze źródeł preferencyjnych str. 23 Załączniki str. 25			

* edycja dotyczy aktualizacji pkt. 3.5 audytu - Wykaz podstawowych norm i przepisów

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna - cegła zerańska	Tradycyjna - cegła zerańska
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	18 974,2	18 974,2
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	6 174,2	6 174,2
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	65,6	65,6
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	6 174,2	6 174,2
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	1 071	1 071
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	ciepło sieciowe	ciepło sieciowe
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	ciepło sieciowe	ciepło sieciowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,53	0,53
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne osłonowe	1,142	0,198
	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,628	0,146
2.	Stropodach wentylowany	0,684	0,144
	Dach nad salą gimnastyczną	0,600	0,000
3.	Strop nad piwnicą	0,897	0,897
4.	Okno zewnętrzne nowe	1,600	1,600
	Okno zewnętrzne - stare	3,200	0,900
5.	Drzwi zewnętrzne - nowe	2,000	2,000
	Drzwi zewnętrzne - stare	5,100	1,300
6.	Podłoga na gruncie	0,423	0,423
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	0,82	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
7.	Całkowita sprawność systemu ogrzewania	0,65	0,78
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna i drzwi, kanały wywiewne	Okna i drzwi, kanały wywiewne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	9 487	1 413
4.	Liczba wymian [l/h]	0,5	0,1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	492,21	295,37
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	54,98	54,98
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2330,67	801,75
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3588,74	1022,54
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	272,54	272,54
6.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	3779,43	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		

Charakterystyka energetyczna budynku (c.d.)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	104,87	36,07
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	161,47	46,01
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00

6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	39,08	39,08
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	10 113,71	10 113,71
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	11,30	11,30
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	10 113,71	10 113,71
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,93	1,26
6.	Opłata za 1 GJ energii na c.w.u. [zł/GJ]	39,08	39,08

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	2 152 897,30	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,5
Planowane koszty całkowite [zł]	2 532 820,35	Premia termomodernizacyjna [zł/rok]	248 339,96
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	124 169,98		

¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł 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.

Wszystkie ceny w audycie brutto (zawierają podatek VAT)

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Dokumentacja techniczna obiektu,
- Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej,
- Dokumentacja techniczna obiektu,
- Informacje techniczne przekazane przez inwestora.

3.2. Inne dokumenty

- dane o zużyciu paliw w budynku,
- dane o ilości użytkowników w budynku,
- faktury za energię elektryczną oraz energię ciepłą,
- aktualna taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego.

3.3. Osoby udzielające informacji

- zarządca budynku.

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku głównie poprzez zmniejszenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne,
- dofinansowanie inwestycji z RPO Województwa Warmińsko - Mazurskiego na lata 2014 - 2020.

3.5. Wykaz podstawowych norm i przepisów

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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. 2009);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2015r. Poz. 1606);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 Nr 75 poz. 690);
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017r. poz. 2285);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015r. poz. 376);
- PN-EN-ISO 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego";
- PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia";
- PN-ISO 9836:1997 " Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych";
- PN-EN-ISO 6946 " Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania
- PN-EN-13465 " Wentylacja budynków - metody obliczeniowe do określenia przepływów powietrza w pomieszczeniach";
- PN-82/B-02402 "Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach";
- PN-82/B-02403 "Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne";
- PN - EN - ISO 13370: 2001 "Właściwości cieplne budynków - wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania";
- PN - EN ISO 14863: 2001 "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła - metody uproszczone i wartości orientacyjne";
- PN - EN ISO 10211-2: 2002 "Mostki cieplne w budynkach - obliczanie strumieni cieplnych i temperatury powierzchni - część 2: Liniowe mostki cieplne";
- PN - EN ISO 10077-1:2006 "Ciepłe właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji - obliczanie współczynnika przenikania ciepła - część 1: metoda uproszczona".

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
4a. Ogólne dane o budynku			
Własność		Gmina Miasto Ełk	
Przeznaczenie budynku		Budynek oświatowy	
Adres		ul. Grodzieńska 1, 19-300 Ełk	
Budynek		wolnostojący	
Rok budowy		1982	
Technologia budynku		Tradycyjna - cegła żerańska	
1	Powierzchnia zabudowana	m ²	2 815,0
2	Kubatura budynku	m ³	20 460,0
2	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy	m ³	18 974,2
3	Powierzchnia mieszkalna	m ²	65,6
4	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²	6 174,2
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	m ²	6 174,2
6	Budynek podpiwniczony		TAK
7	Liczba kondygnacji		4
9	Wysokość kondygnacji w świetle	m	kondygnacje nadziemne: 3,07
8	Liczba użytkowników	os.	1 071
9	Liczba mieszkań	szt.	1

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie ist.
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o. i c.w.u.)	q_{moc} [kW]	547,2
2.	Zamówiona moc cieplna - c.o. i c.w.u.	q [kW]	574,3
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	2330,7
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	161,47
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	3 588,74
6.	Opłaty (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną)	zł/MW / msc	10 113,71
	opłata zmienna	zł/GJ	39,08
	opłata stała abonamentowa	zł / msc	0,00

4d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Sposób ogrzewania	Budynek zasilany w ciepło z lokalnej ciepłowni opalanej węglem poprzez węzeł ciepłowniczy usytuowany w piwnicy budynku.
2.	Parametry pracy instalacji	95/70 ⁰ C
3.	Przewody w instalacji	Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym (95/70 ⁰ C). Przewody stalowe, spawane, prowadzone po wierzchu. Ciągi poziome i pionowe nieizolowane. Instalacja w złym stanie technicznym, zakamieniona. Grzejniki żebkowe bez zaworów termostatycznych i odpowietrzających, częściowo zasłonięte odbudowami. Występują problemy z regulacją i zrównoważeniem c.o.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki członowe lub płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	Tak (częściowo)
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,80$
		$\eta_d = 0,82$
		$\eta_e = 0,99$
		$\eta_s = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/8
9.	Modernizacja instalacji po 1984r.	Modernizacja węzła cieplnego

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa wytwarzana w systemie ciepłowniczym
2.	Piony i ich izolacja	TAK
3.	Cyrkulacja	TAK

4.f. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	Grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	9 487

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Budynek zasilany w ciepło z systemu ciepłowniczego. Ciepło dostarczane jest przez PEC Ełk. Ciepło rozliczane jest poprzez taryfę o symbolu P1.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ściany zewnętrzne nadziemne charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła $U = 1,142 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków. Stan techniczny przegrody dostateczny.

Ściany przy gruncie piwnicy budynku charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła $U = 0,628 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków. Stan techniczny przegrody dostateczny.

Stropodach nad budynkiem, o niedostatecznych parametrach izolacyjnych (współczynnik $U = 0,684 \text{ [W/m}^2\text{K]}$), który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków - w dostatecznym stanie technicznym.

Dach sali gimnastycznej, o niedostatecznych parametrach izolacyjnych (współczynnik $U = 0,600 \text{ [W/m}^2\text{K]}$), który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków - w dostatecznym stanie technicznym.

Strop piwnicy, o niedostatecznych parametrach izolacyjnych (współczynnik $U = 0,897 \text{ [W/m}^2\text{K]}$), który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków - w dostatecznym stanie technicznym.

Okna zewnętrzne z PCV - nowe energooszczędne o średnim współczynniku przenikania ciepła $U = 1,60 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$ - w dobrym stanie technicznym.

Okna zewnętrzne drewniane i metalowe - stare o średnim współczynniku przenikania ciepła $U = 3,2 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$ - w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne - stare - w złym stanie technicznym, o parametrach izolacyjnych wyrażających się w współczynniku przenikania ciepła $U = 5,1 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$.

Drzwi zewnętrzne - nowe - w dobrym stanie technicznym, o współczynniku przenikania ciepła $U = 2,00 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$.

Podłoga w piwnicy charakteryzuje się wartością współczynnika przenikania ciepła dla na poziomie $0,432 \text{ W/m}^2\text{.K}$. Przegroda ta spełnia aktualne wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków.

5.2. System grzewczy

Budynek zasilany w ciepło z lokalnej ciepłowni opalanej węglem poprzez węzeł cieplowniczy usytuowany w piwnicy budynku.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa wytwarzana w systemie cieplowniczym

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne mają w większości niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U : - ściany zewnętrzne - ściany zewnętrzne przy gruncie - stropodach wentylowany, dach - podłoga w piwnicy	Docieplenie przegród do wartości współczynnika przenikania ciepła U_c obowiązującego od 2021 roku $U_c \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{.K}$ $U_c \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{.K}$ $U_c \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{.K}$ Bez zmian
2	Okna zewnętrzne - o współczynniku $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ Okna zewnętrzne - o współczynniku $U = 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ Drzwi zewnętrzne - stare - o współczynniku $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Drzwi zewnętrzne - nowe - o współczynniku $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Bez zmian $U_c \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{.K}$ $U_c \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{.K}$ Bez zmian
3	Wentylacja grawitacyjna	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych na szczelne
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej przygotowywanie ciepłej wody z sieci cieplowniczej	Bez zmian
5	System grzewczy ciepło dostarczane z systemu cieplowniczego za pośrednictwem węzła cieplnego	Modernizacja instalacji c.o. (wymiana przewodów c.o. wraz z wymianą części grzejników oraz montażem zaworów termostatycznych, izolacja przewodów c.o., wykorzystanie ciepła sieciowego do nagrzewania powietrza wentylacyjnego w kuchni - z uwzględnieniem rekuperacji).

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 przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie ścian przy gruncie Ocieplenie stropodachu wentylowanego Ocieplenie dachu
2	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. (wymiana przewodów c.o. wraz z wymianą części grzejników oraz montażem zaworów termostatycznych, izolacja przewodów c.o., wykorzystanie ciepła sieciowego do nagrzewania powietrza wentylacyjnego w kuchni - z uwzględnieniem rekuperacji).
3	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.	Bez zmian
4	Wentylacja	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych Modernizacja systemu wentylacji polegająca na montażu higrosterowalnych nawiewników podokiennych
Uwagi:		

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. 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 przenikania przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- 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	Jednostka
t_{wo} dla przegród zewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
dla piwnic ogrzewanych	20,0	20,0	
t_{zo} dla przegród zewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych	-24,0	-24,0	$^{\circ}\text{C}$
dla piwnic ogrzewanych	-24,0	-24,0	
S_d^* dla przegród zewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych	4435	4435	dzień $\text{K} \cdot \text{a}$
dla piwnic ogrzewanych	4435	4435	
$O_{0m}, O_{1m},$	10 113,71	10 113,71	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$	39,08	39,08	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m} \cdot \text{c}$

* liczbę stopniodni standartowych przyjęto dla stacji meteorologicznej w Suwałkach w oparciu o dane Ministerstwa Infrastruktury

7.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	2486,5 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	2442,4 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą lekką - moką płytami styropianowymi o współczynniku przewodności nie większym niż $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 2						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany $U_c \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, a wartość SPBT będzie najniższa						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,61	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,88	4,49	5,04	5,60
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot U_c$	GJ/a	1088,0	212,3	188,9	170,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,125	0,024	0,022	0,020
6	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		46 423	47 663	48 657
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		280,3	287,3	294,3
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		684 720,36	701 817,16	718 913,96
9	SPBT = N _U /ΔO _{ru}	lata		14,75	14,72	14,78
10	Współczynnik przenikania ciepła U _c	W/m ² K	1,14	0,223	0,198	0,179
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² przyjęto wg cenników lokalnych firm budowlanych z uwzględnieniem ilości otworów okiennych w analizowanej przegrodzie. Szarym kolorem wyróżniono powyżej grubość wybraną.						
<p style="text-align: center;">Optymalizacja grubości izolacji</p>						
UWAGA: Przed położeniem ocieplenia należy skuć odparzone warstwy tynku i uzupełnić nowym tynkiem.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 701 817,16 zł		SPBT= 14,72 lat		

7.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	547,9 m ²
				A _{kosz}	=	715,5 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem o współczynniku przewodności λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariancie 2						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany U _{max} ≤ 0,20 W/m ² K, a wartość SPBT będzie najniższa						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,16	0,18	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,21	4,74	
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,59	5,80	6,33	
4	Równoważny opór gruntu R _g	m ² K/W	0,50	0,50	0,50	
5	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S·d·U _c	GJ/a	131,8	36,2	33,2	
6	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,015	0,004	0,004	
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		5 072	5 231	
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		426,5	436,5	
9	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		305 161,32	312 316,32	
10	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		60,17	59,70	
11	Współczynnik przenikania ciepła U _c	W/m ² K	0,63	0,159	0,146	

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² przyjęto wg cenników lokalnych firm budowlanych
Szarym kolorem wyróżniono powyżej grubość wybraną.

Optimalizacja grubości izolacji

Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]
0,16	60,2
0,17	59,9
0,18	59,7

Przedsięwzięcie ocieplenia ścian piwnicy przy gruncie jest liczone metodą bilansową. W wyniku realizacji przedsięwzięcia wzrośnie temperatura w piwnicy co z kolei wpłynie na zmniejszenie strat z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni nieogrzewanej (obliczenia cieplne w audycie są przeprowadzane metodą bilansową).

UWAGA1: Przed położeniem ocieplenia należy skuć odparzone warstwy tynku i uzupełnić nowym tynkiem.

UWAGA2: Ze względów technicznych maksymalna grubość docieplenia wynosi 18 cm.

Wybrany wariant : 2	Koszt : 312 316,32 zł	SPBT= 59,70 lat
---------------------	-----------------------	-----------------

				Przegroda																										
7.1.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad budynkiem głównym szkoły, łącznikiem oraz zapleczem sali gimnastycznej																										
Dane:																														
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A = 1923,2 m ²																										
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 1759,6 m ²																										
Opis wariantów usprawnienia																														
Przewiduje się ocieplenie stropodachu granulatem z wełny minteralnej o współczynniku przewodzenia																														
λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej																														
wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariancie 2																														
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany U _{max} ≤ 0,15 W/m ² K, a wartość SPBT będzie najniższa																														
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2																														
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																										
				1	2	3																								
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,24	0,26	0,28																								
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,00	6,50	7,00																								
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,46	6,46	6,96	7,46																								
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·U _c	GJ/a	504,0	114,0	105,8	98,7																								
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,058	0,013	0,012	0,011																								
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		20 675	21 109	21 485																								
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		259,0	269,0	279,0																								
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		455 777	473 373	490 969																								
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		22,04	22,42	22,85																								
10	Współczynnik przenikania ciepła U _c	W/m ² K	0,684	0,155	0,144	0,134																								
11	Współczynnik przenikania ciepła U _{c1} - po demontażu ocieplenia	W/m ² K	2,164																											
Podstawa przyjętych wartości N _U																														
Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² przyjęto wg cenników lokalnych firm budowlanych.																														
Szarym kolorem wyróżniono powyżej grubość wybraną.																														
<div><div>Optymalizacja grubości izolacji</div><table><thead><tr><th>Grubość izolacji [m]</th><th>SPBT [lata]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0,24</td><td>21,0</td></tr><tr><td>0,25</td><td>21,5</td></tr><tr><td>0,26</td><td>21,8</td></tr><tr><td>0,27</td><td>22,0</td></tr><tr><td>0,28</td><td>22,2</td></tr><tr><td>0,29</td><td>22,4</td></tr><tr><td>0,30</td><td>22,6</td></tr><tr><td>0,31</td><td>22,8</td></tr><tr><td>0,32</td><td>23,0</td></tr><tr><td>0,33</td><td>23,2</td></tr><tr><td>0,34</td><td>23,5</td></tr></tbody></table></div>							Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]	0,24	21,0	0,25	21,5	0,26	21,8	0,27	22,0	0,28	22,2	0,29	22,4	0,30	22,6	0,31	22,8	0,32	23,0	0,33	23,2	0,34	23,5
Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]																													
0,24	21,0																													
0,25	21,5																													
0,26	21,8																													
0,27	22,0																													
0,28	22,2																													
0,29	22,4																													
0,30	22,6																													
0,31	22,8																													
0,32	23,0																													
0,33	23,2																													
0,34	23,5																													
Wybrany wariant : 2		Koszt : 473 373 zł		SPBT= 22,42 lat																										

7.1.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda																												
				Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną i jej zapleczem																												
Dane:				A	=	891,8 m ²																										
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz}	=	819,2 m ²																										
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia																																
Opis wariantów usprawnienia																																
Przewiduje się ocieplenie dachu styropapą laminowaną dwustronnie o współczynniku przewodzenia λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej																																
wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 2																																
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany U _{max} ≤ 0,15 W/m ² K, a wartość SPBT będzie najniższa																																
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2																																
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																												
				1	2	3																										
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,17	0,19	0,21																										
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,72	5,28	5,83																										
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,67	6,39	6,94	7,50																										
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·U _c	GJ/a	205,0	53,5	49,2	45,6																										
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,024	0,006	0,006	0,005																										
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		8 034	8 261	8 454																										
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		150,0	160,0	170,0																										
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		122 880	131 072	139 264																										
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,30	15,87	16,47																										
10	Współczynnik przenikania ciepła U _c	W/m ² K	0,600	0,157	0,144	0,133																										
Podstawa przyjętych wartości N _U																																
Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² przyjęto wg cenników lokalnych firm budowlanych.																																
Szarym kolorem wyróżniono powyżej grubość wybraną.																																
<div>Optymalizacja grubości izolacji</div> <table><caption>Dane do wykresu: Optymalizacja grubości izolacji</caption><thead><tr><th>Grubość izolacji [m]</th><th>SPBT [lata]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0,17</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,18</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,19</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,20</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,21</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,22</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,23</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,24</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,25</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,26</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,27</td><td>15,30</td></tr><tr><td>0,28</td><td>15,30</td></tr></tbody></table>							Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]	0,17	15,30	0,18	15,30	0,19	15,30	0,20	15,30	0,21	15,30	0,22	15,30	0,23	15,30	0,24	15,30	0,25	15,30	0,26	15,30	0,27	15,30	0,28	15,30
Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]																															
0,17	15,30																															
0,18	15,30																															
0,19	15,30																															
0,20	15,30																															
0,21	15,30																															
0,22	15,30																															
0,23	15,30																															
0,24	15,30																															
0,25	15,30																															
0,26	15,30																															
0,27	15,30																															
0,28	15,30																															
Wybrany wariant : 2		Koszt : 131 072 zł		SPBT= 15,87 lat																												

7.1.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych				Przedsięwzięcie	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 18,82 \text{ m}^2$</p> <p>$V_{nom} = 126,23 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe szczelne, ocieplone o lepszym współczynniku U_c:</p> <p>wariant 1: drzwi o wsp. $U_c = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>wariant 2: drzwi o wsp. $U_c = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>				Wymiana drzwi zewnętrznych	
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U_c	$\text{W/m}^2\text{K}$	5,1	1,1	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,0	1,0
		C_m	1,2	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U_c$	GJ/a	36,8	7,9	9,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	18,1	16,5	16,5
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	54,9	24,4	25,8
6	$10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0031	0,0007	0,0008
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0016	0,0014	0,0014
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0047	0,0020	0,0022
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 517	1 446
10	Koszt wymiany drzwi N_d	zł		22 481,05	18 717,05
11	$SPBT = N_d / \Delta O_{ru}$	lata		14,8	12,9
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto średnie ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m² wg cenników lokalnych firm budowlanych. Szarym kolorem wyróżniono powyżej grubość wybraną.</p> <p>Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana 18,82 m² drzwi 1195 zł/m² = 22 481,05 zł</p> <p>wariant 2: wymiana 18,82 m² drzwi 995 zł/m² = 18 717,05 zł</p>					
Wybrany wariant : 2		Koszt : 18 717,05 zł		SPBT= 12,9 lat	

16 z 53

7.2. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	Oszczędność kosztów zł/rok	SPBT lata
1	2	3	4	5
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	18 717,05	1 446,18	12,94
2	Wymiana okien zewnętrznych	177 718,87	13 643,86	13,03
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	701 817,16	47 662,80	14,72
4	Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną i jej zapleczem	131 072,00	8 260,58	15,87
5	Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad budynkiem głównym szkoły, łącznikiem oraz zapleczem sali gimnastycznej	473 372,73	21 109,41	22,42
6	Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie	312 316,32	5 231,20	59,70

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

Dane: $Q_{0co} = 2\,330,7$ GJ/a $w_{t0} = 0,95$ $w_{d0} = 0,95$ $\eta_0 = 0,65$

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,99$	$\eta_g = 0,99$
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,90$
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,82$	$\eta_e = 0,88$
4	Akumulacji ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = 0,65$	$\eta_0 = 0,78$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

7.4. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego					
<p>Dane: $Q_{eco} = 2\,330,7$ GJ/a $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,65$</p> <p>Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:</p> <p>1. Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. wraz z wymianą grzejników i montażem zaworów termostatycznych oraz z zaizolowaniem przewodów c.o.</p> <p>2. Wykorzystanie ciepła sieciowego do nagrzewania powietrza wentylacyjnego w kuchni (z uwzględnieniem rekuperacji).</p> <p>W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.</p>					
Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed	wariant 1 - modernizacja instalacji c.o. - zawory termostatyczne o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K	wariant 2 - modernizacja instalacji c.o. - zawory termostatyczne o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K	
1	Wytwarzanie ciepła - bez zmian	$\eta_g = 0,99$	$\eta_g = 0,99$	$\eta_g = 0,99$	
2	Przesyłanie ciepła - izolacja przewodów c.o.	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,90$	
3	Regulacja systemu ogrzewania i wykorzystanie ciepła - kompleksowa modernizacja instalacji c.o. wraz z wymianą grzejników i montażem zaworów termostatycznych	$\eta_e = 0,82$	$\eta_e = 0,88$	$\eta_e = 0,89$	
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$	
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = 0,65$	$\eta_0 = 0,784$	$\eta_0 = 0,793$	
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$	
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$	
Ocena proponowanego przedsięwzięcia					
Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.	
				wariant 1	wariant 2
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,65	0,784	0,793
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{eco}	zł/a		24 081	25 386
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		736 523	780 023
6	SPBT	lata		30,6	30,7
<p>Do dalszych analiz przyjęto rozwiązanie optymalne - wariant 1. Koszty przyjęto w oparciu o zapytania ofertowe: szt. cena jedn. koszt [zł]</p> <p>Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. wraz z wymianą grzejników i montażem zaworów termostatycznych oraz z zaizolowaniem przewodów c.o.</p> <p>1. 290 2 540 736 523</p> <p>2. Wykorzystanie ciepła sieciowego do nagrzewania powietrza wentylacyjnego w kuchni (z uwzględnieniem rekuperacji).</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt : 736 523 zł		SPBT= 30,6 lat	

7.6. 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

7.6.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji.

Zakres	Nr wariantu						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X	
Wymiana okien zewnętrznych	X	X	X	X	X		
Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemna	X	X	X	X			
Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną i jej zapleczem	X	X	X				
Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad budynkiem głównym szkoły, łącznikiem oraz	X	X					
Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie	X						
Modernizacja systemu c.o.	X	X	X	X	X	X	X

7.6.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$\Delta O_r = (w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} * O_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) * Q_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{0cw}) * O_{1m}] + 12 * (A_{b0} - A_{b1})$$

Nr war.	Q_{0co}	Q_{0cw}	q_{0co}	q_{0cw}	η_0	η_{0w}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N	SPBT
	Q_{1co}	Q_{1cw}	q_{1co}	q_{1cw}	η_1	η_{1w}	Q_1	q_1	O_{1r}			
	GJ	GJ	kW	kW	-	-	GJ	kW	zł			
1	2	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13
stan istn.	2330,7	187,0	492,2	55,0	0,649	0,686	3861,3	547,2	217 297			
I	801,8	187,0	295,4	55,0	0,784	0,686	1295,1	350,3	93 127	124 170	2 532 820,35	20,4
II	827,9	187,0	298,7	55,0	0,784	0,686	1328,4	353,7	94 839	122 458	2 220 504,03	18,1
III	1157,5	187,0	344,4	55,0	0,784	0,686	1748,8	399,4	116 815	100 482	2 089 432,03	20,8
IV	1292,7	187,0	362,4	55,0	0,784	0,686	1921,2	417,3	125 724	91 573	1 616 059,30	17,6
V	2115,3	187,0	465,6	55,0	0,784	0,686	2970,4	520,6	179 252	38 045	914 242,14	24,0
VI	2304,4	187,0	489,1	55,0	0,784	0,686	3211,6	544,0	191 526	25 771	736 523,26	28,6
VII	2330,7	187,0	492,2	55,0	0,784	0,686	3245,0	547,2	193 216	24 081	717 806,22	29,8

gdzie:

- Q_{0co} , Q_{1co} - roczne zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń przed i po termomodernizacji ogrzewanych z instalacji c.o.
 Q_{0cw} , Q_{1cw} - roczne zapotrzebowanie na ciepło dla celów c.w.u. przed i po termomodernizacji
 Q_0 , Q_1 - całkowite roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji
 w_{d0} , w_{d1} - współczynniki uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed i po modernizacji
 q_{0co} , q_{1co} - zapotrzebowanie na moc do ogrzewania pomieszczeń przed i po termomodernizacji
 q_{0cw} , q_{1cw} - zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji
 q_0 , q_1 - całkowite zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po termomodernizacji
 η_0 , η_1 - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji
 η_{0w} , η_{1w} - całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po modernizacji
 O_{0z} , O_{1z} - cena energii i paliwa przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacji
 O_{0r} , O_{1r} - roczne koszty energii i paliwa przed i po termomodernizacji
 A_{b0} , A_{b1} - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła, w zł/m-c
 ΔQ_r - roczna oszczędność kosztów
N - planowany koszt wykonania wariantu termomodernizacji
SPBT - prosty czas zwrotu

7.6.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku zgodnie z warunkami finansowania wg Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota środków własnych, zł (%)		20 % kredytu zł	16 % kosztów całkowitych inwestycji	Dwukrotność rocznych oszczędności energii zł
				Planowana kwota kredytu, zł				
1	2	3	4	5		6	7	8
I	2 532 820,35	124 169,98	66,5%	379 923	15%	430 579,46	405 251,26	248 339,96
				2 152 897	85%			
II	2 220 504,03	122 458,43	65,6%	333 076	15%	377 485,69	355 280,64	244 916,86
				1 887 428	85%			
III	2 089 432,03	100 481,73	54,7%	313 415	15%	355 203,45	334 309,12	200 963,47
				1 776 017	85%			
IV	1 616 059,30	91 572,71	50,2%	242 409	15%	274 730,08	258 569,49	183 145,42
				1 373 650	85%			
V	914 242,14	38 045,16	23,1%	137 136	15%	155 421,16	146 278,74	76 090,32
				777 106	85%			
VI	736 523,26	25 771,37	16,8%	110 478	15%	125 208,95	117 843,72	51 542,74
				626 045	85%			
VII	717 806,22	24 081,18	16,0%	107 671	15%	122 027,06	114 848,99	48 162,36
				610 135	85%			

7.6.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Wymiana okien zewnętrznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia
- Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną i jej zapleczem
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad budynkiem głównym szkoły, łącznikiem oraz zapleczem sali
- Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie
- Modernizacja systemu c.o.

Oszczędność teoretycznego zapotrzebowania ciepła wyniesie **66,5%**

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu I** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1.	Należy dokonać modernizacji instalacji c.o. (wymiana przewodów c.o. wraz z wymianą grzejników oraz montażem zaworów termostatycznych, izolacja przewodów c.o., wykorzystanie ciepła sieciowego do nagrzewania powietrza wentylacyjnego w kuchni - z uwzględnieniem rekuperacji).
2.	Należy zdemontować istniejące stare, okna zewnętrzne ($U=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) i zamontować nowe okna zewnętrzne (współczynnik U dla całych okien nie wyższy niż $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$).
3.	Należy zdemontować istniejące stare, drzwi zewnętrzne ($U=5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) i zamontować nowe drzwi zewnętrzne z panelem ocieplającym (współczynnik U dla całych drzwi nie wyższy niż $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).
4.	Należy wykonać ocieplenie stropodachu wentylowanego przez ocieplenie granulatami z wełny mineralnej warstwą o grubości 26 cm o współczynniku nie większym niż $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Granulat z wełny mineralnej wdychiwany będzie przez uprzednio przygotowane włazy lub otwory technologiczne.
5.	Należy wykonać ocieplenie dachu styropapą laminowaną dwustronnie o współczynniku przewodzenia $\lambda < 0,036 \text{ W/mK}$ o grubości 19 cm .
6.	Należy wykonać ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie z użyciem styropianu o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Przed położeniem ocieplenia należy skuć odparzone warstwy istniejącego tynku i uzupełnić nowym tynkiem. Przewiduje się izolację ścian styropianem o grubości 18 cm .
7.	Należy wykonać ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych z użyciem płyt styropianowych o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ montowanych na ścianach metodą lekką - moką. Przed położeniem ocieplenia należy skuć odparzone warstwy istniejącego tynku i uzupełnić nowym tynkiem. Przewiduje się izolację ścian styropianem o grubości 15 cm . Obróbki blacharskie wykonać z blachy ocynkowanej.

8.2. Charakterystyka finansowa

	wariant I	
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	2 532 820,35	zł
Udział środków własnych inwestora:	379 923,05	zł
Kredyt bankowy:	2 152 897,30	zł
Premia termomodernizacyjna	405 251,26	zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	20,4	lata

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o dofinansowanie i podpisanie umowy z instytucją dofinansowującą,
2. Wybór wykonawcy robót, podpisanie umów,
3. Realizacja robót, odbiór techniczny - proces budowlany,
4. Monitorowanie efektów w okresie ogrzewania. Zanotować zużycie na początku i końcu okresu grzewczego oraz temperatury wewnętrzne i zewnętrzne w celu oceny efektów inwestycji.

9. Analiza finansowa dla proponowanego wariantu termomodernizacji przy dofinansowaniu ze źródeł preferencyjnych

9.1. Nakłady inwestycyjne i źródła finansowania

Przewiduje się współfinansowanie przedsięwzięć ze źródeł preferencyjnych. Przyjęto poziom dofinansowania na zadania termomodernizacyjne równy 85% kosztów kwalifikowanych inwestycji.

9.2. Źródła finansowania projektu (wybrany optymalny wariant finansowania inwestycji)

Optymalny wariant 2 finansowania projektu (wartość NPV>0; stopa dyskonta 5%) obejmuje pozyskanie dotacji w wysokości 85%. Podział środków finansowych na przedsięwzięcie pokazano poniżej.

Lp.	Wyszczególnienie	Źródła finansowania zł	Udział %
1	2	3	4
1.	Dotacja	2 152 897	85%
2.	Środki własne	379 923	15%
3.	Nakłady ogółem	2 532 820	100%

Oszczędność zapotrzebowania na ciepło dla wybranego wariantu wyniesie **66,5%**

9.3. Wskaźniki efektywności finansowej projektu

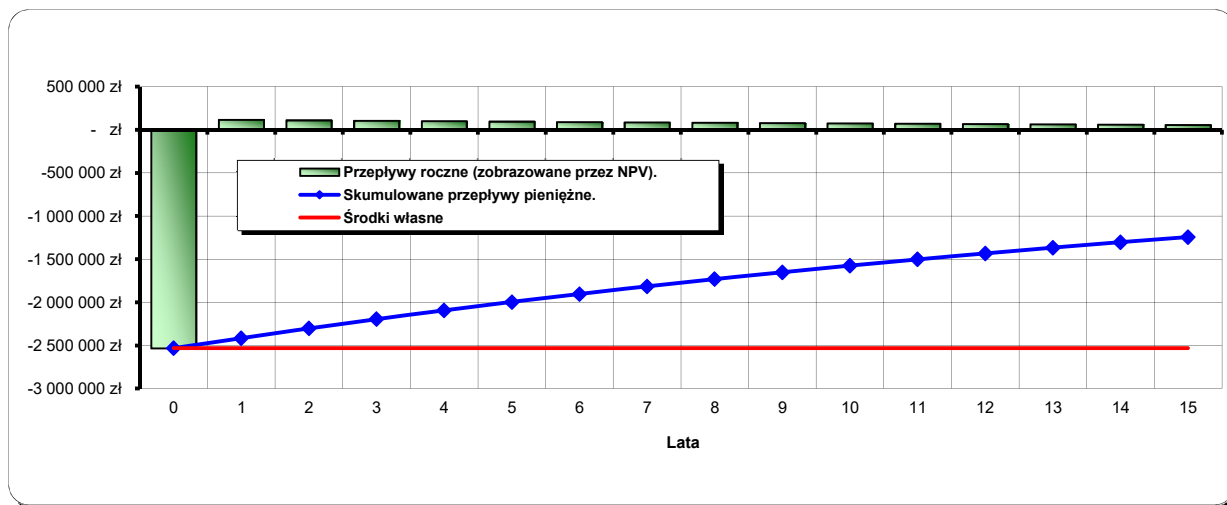
Efektywność projektu mierzona wskaźnikami wartości bieżącej netto (NPV) oraz wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) została przeanalizowana dla dwóch wariantów finansowania inwestycji:

- **Wariant 1** – projekt zostanie sfinansowany w całości ze środków własnych inwestora.
- **Wariant 2** – projekt zostanie sfinansowany z udziałem źródeł preferencyjnych (85% nakładów inwestycyjnych) oraz środków własnych (15% nakładów inwestycyjnych).

Przyjęto okres analizy 25 lat. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabelach i na wykresach.

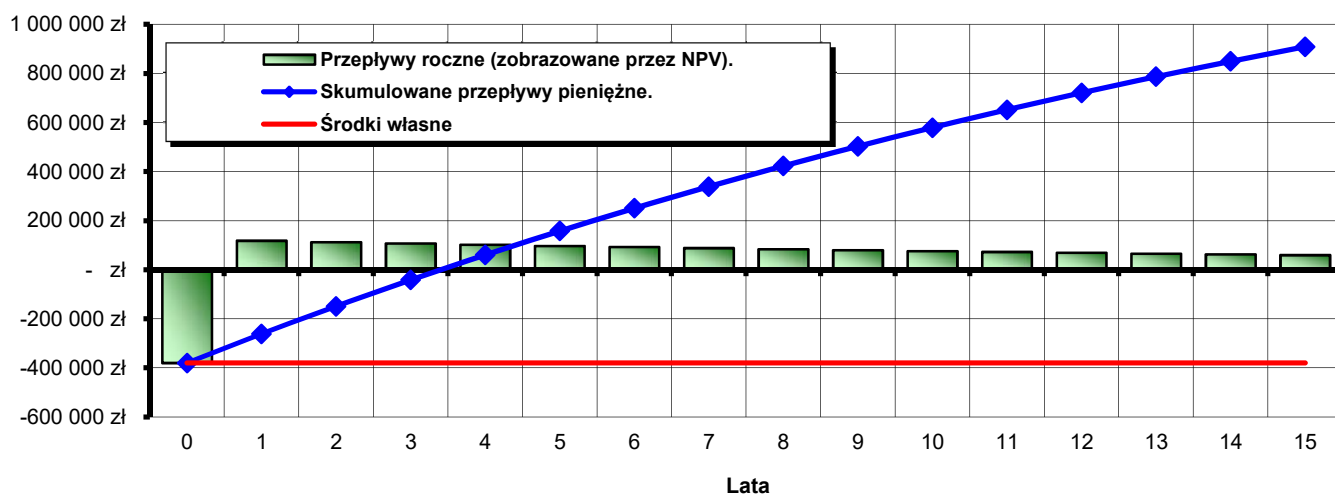
Wariant 1

SPBT	20,4
NPV	-1243978
IRR	--



Wariant 2:

SPBT	20,4
NPV	908919
IRR	0,69%



ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Rzut sytuacyjny / rysunki architektoniczne budynku
Załącznik 2	Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło wg programu Audytor OZC
Załącznik 3	Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło dla przygotowania c.w.u.
Załącznik 4	Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym
Załącznik 5	Obliczenie współczynników przenikania ciepła U dla przegród zewnętrznych
Załącznik 6	Ocena opłacalności przedsięwzięcia polegającego na modernizacji oświetlenia w pomieszczeniach na LED
Załącznik 7	Wskaźniki pomiaru stopnia osiągnięcia założeń konkursu RPO WM 2014-2020 dla przedsięwzięć rozpatrywanych w audycie
Załącznik 8	Wyznaczenie efektu ekologicznego
Załącznik 9	Ocena opłacalności przedsięwzięcia polegającego na zastosowaniu odnawialnych źródeł energii wytwarzających energię elektryczną – instalacja paneli fotowoltaicznych

Załącznik 1

Rzut sytuacyjny budynku

W

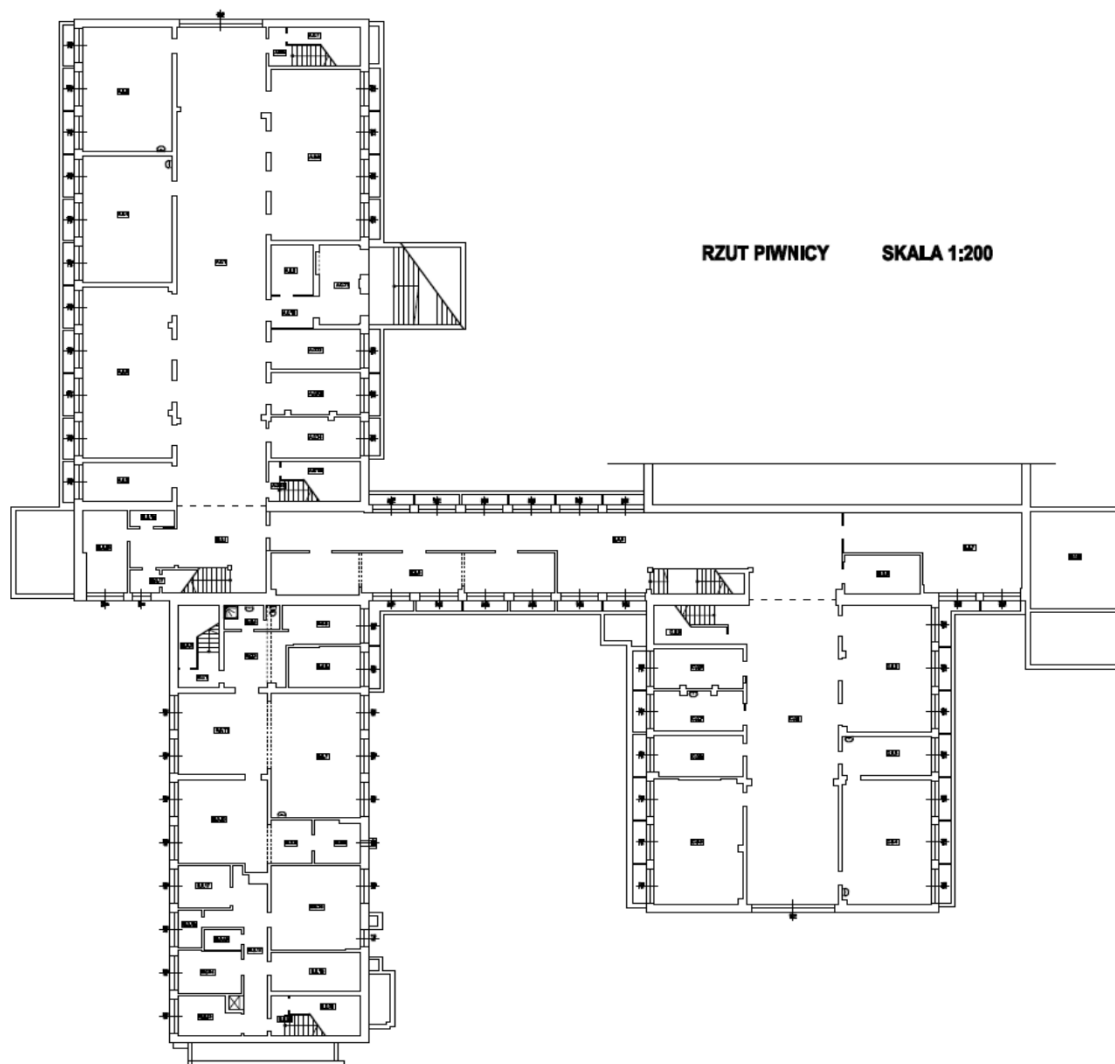


S

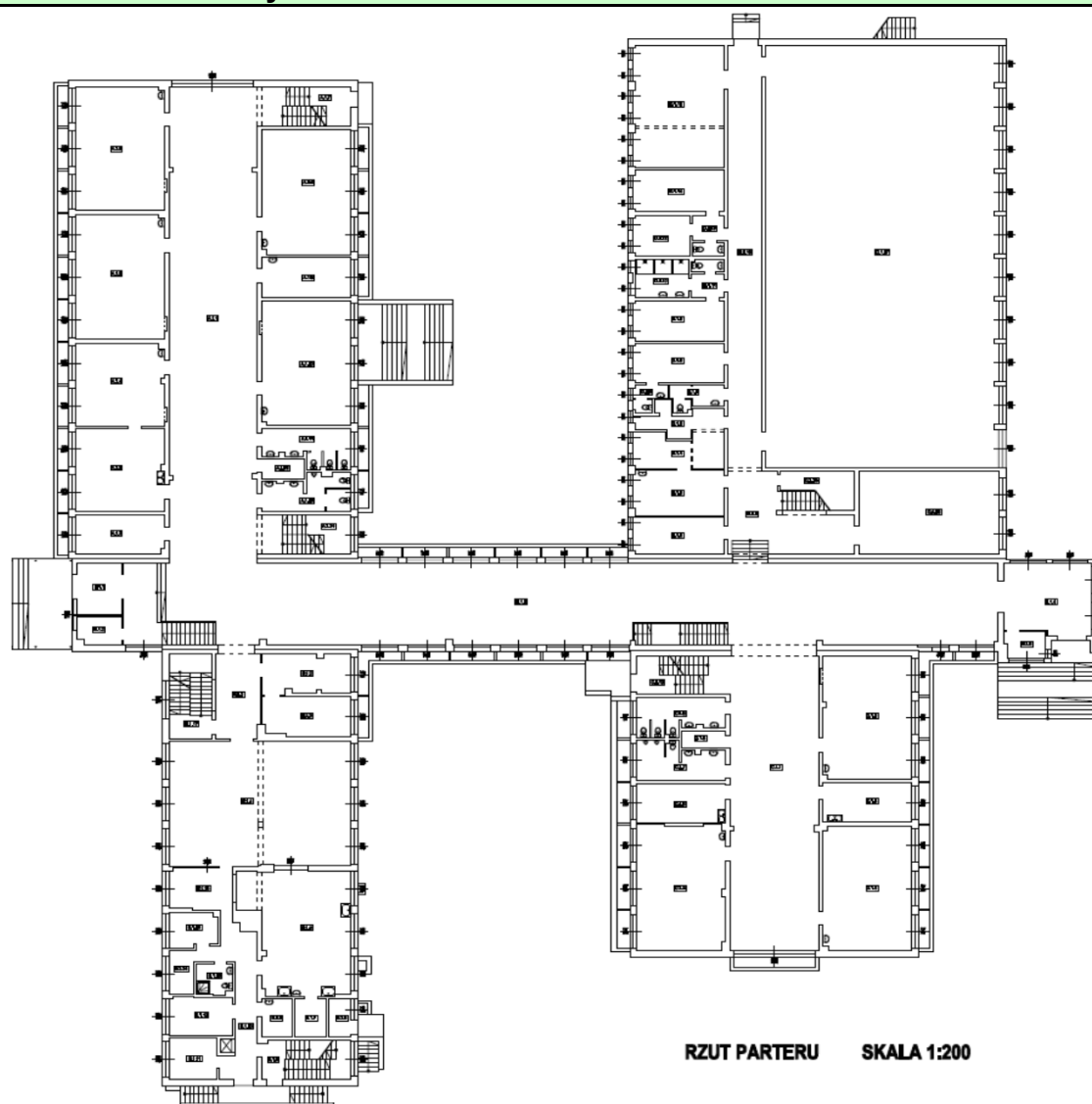
E

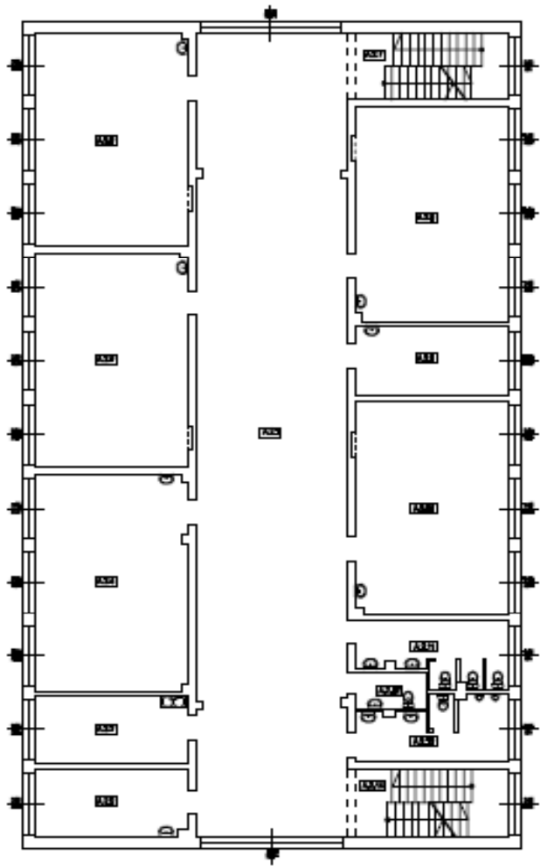
źródło: <http://google.pl/>

Załącznik 1 - Rysunki architektoniczne budynku

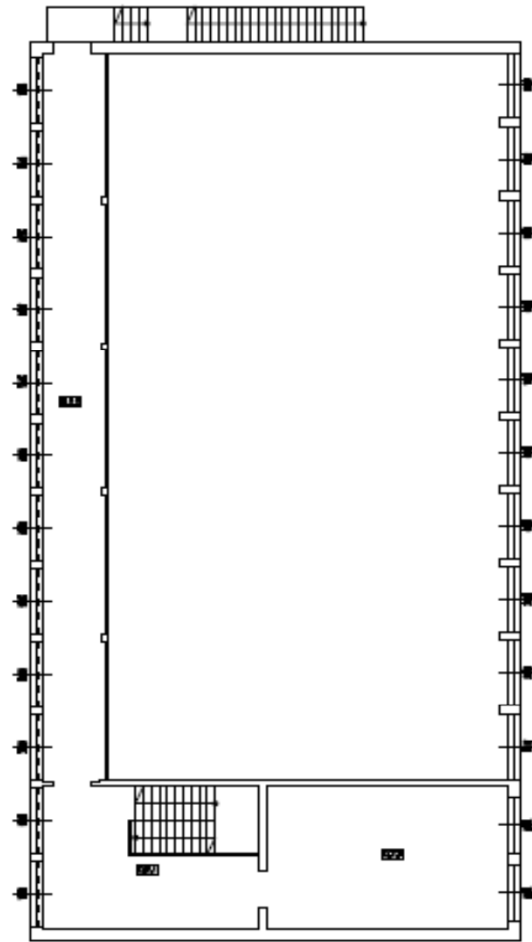


Załącznik 1 - Rzuty architektoniczne budynku



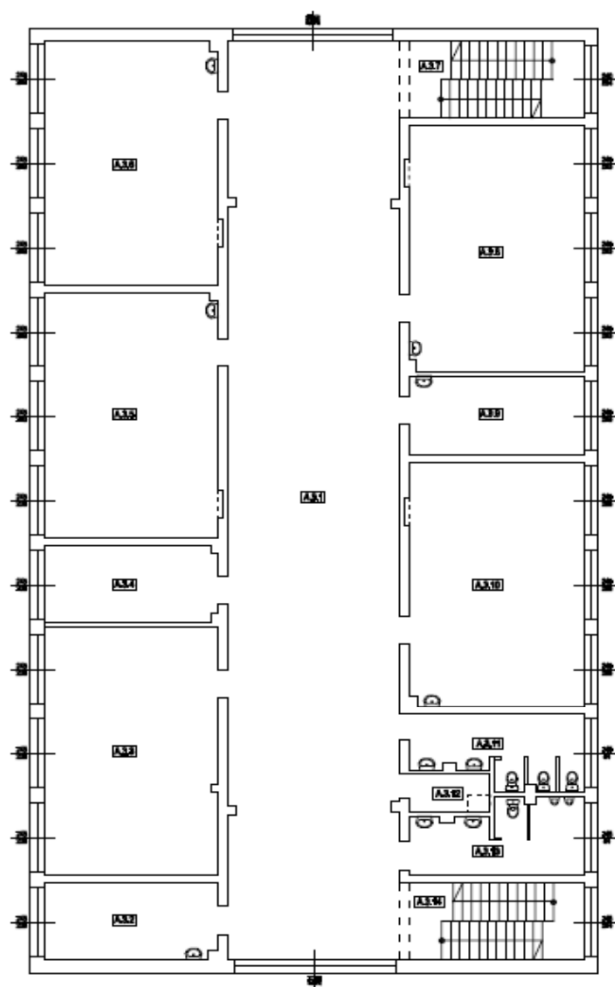


RZUT PIĘTRA I - BLOK "A" SKALA 1:200

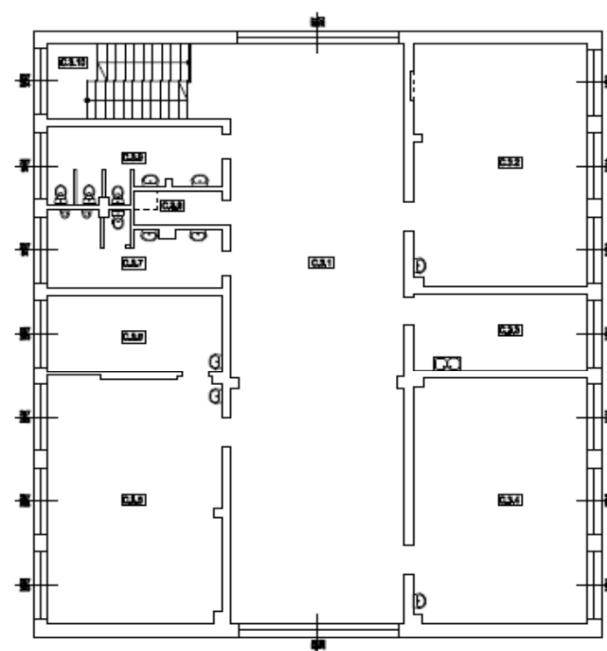


RZUT PIĘTRA I - SALA SPORTOWA SKALA 1:200

Załącznik 1 - Rzuty architektoniczne budynku



RZUT PIĘTRA II - BLOK "A" SKALA 1:200



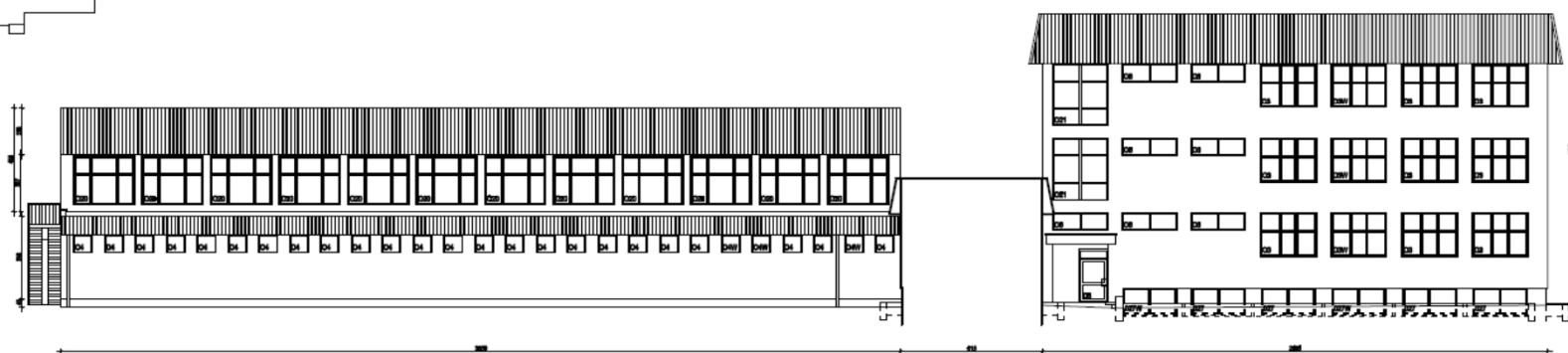
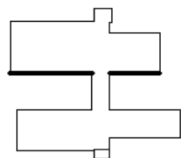
RZUT PIĘTRA II - BLOK "C" SKALA 1:200

Załącznik 1 - Rzuty architektoniczne budynku



ELEWACJA ZACHODNIA I

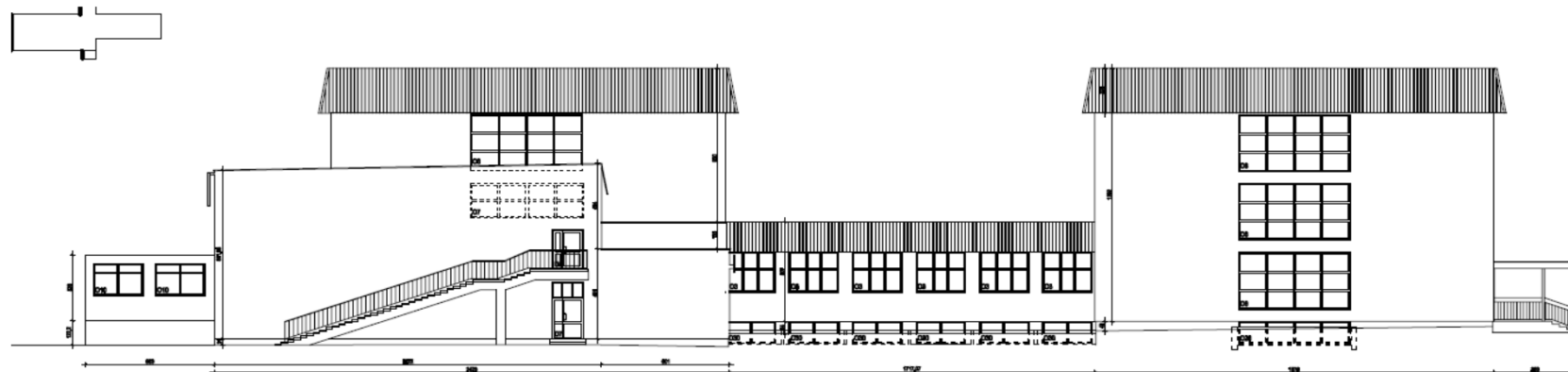
SKALA 1:250



ELEWACJA ZACHODNIA II

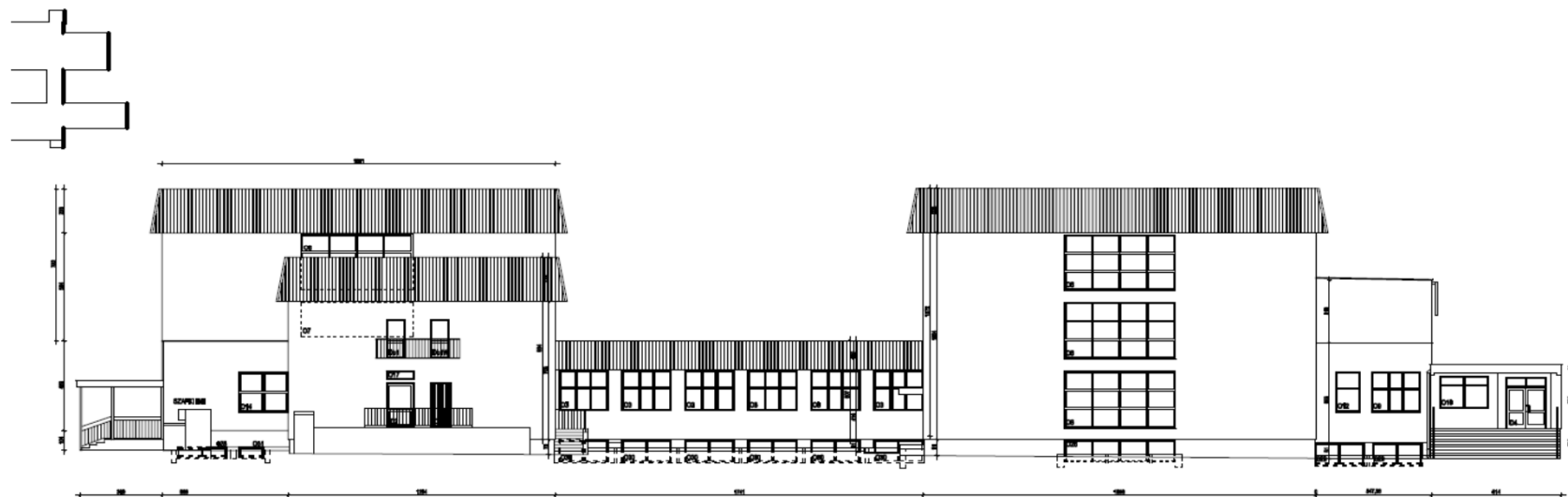
SKALA 1:250

Załącznik 1 - Rzuty architektoniczne budynku



ELEWACJA PÓŁNOCNA

SKALA 1:250



ELEWACJA POŁUDNIOWA

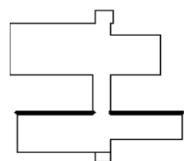
SKALA 1:250

Załącznik 1 - Rzuty architektoniczne budynku



ELEWACJA WSCHODNIA I

SKALA 1:250



ELEWACJA WSCHODNIA II

SKALA 1:250

Załącznik nr 2

Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło wg programu Audytor OZC

Warianty	Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$		Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} [MW]	
	kWh/rok	GJ/rok	Projektowe obciążenie cieplne budynku [MW]	w tym: projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V [MW]
St. istn.	647 408	2 330,67	0,492	0,142
I	222 708	801,75	0,295	0,142
II	229 975	827,91	0,299	0,142
III	321 539	1 157,54	0,344	0,142
IV	359 081	1 292,69	0,362	0,142
V	587 589	2 115,32	0,466	0,142
VI	640 117	2 304,42	0,489	0,142
VII	647 408	2 330,67	0,492	0,142

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku SP4 i G3	
	Załącznik 2 - Stan istniejący	
Miejscowość:	Ełk	
Adres:	Grodzieńska 1	
Projektant:	mg inż. Piotr Kukla	
Data obliczeń:	Czwartek 12 Stycznia 2017 21:48	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 12 Stycznia 2017 21:48	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	V	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-24	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	5,5	°C
Stacja meteorologiczna:	Suwałki	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6174,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18974,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	350285	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	141927	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	492212	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	492212	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	79,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	25,9	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2169,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h

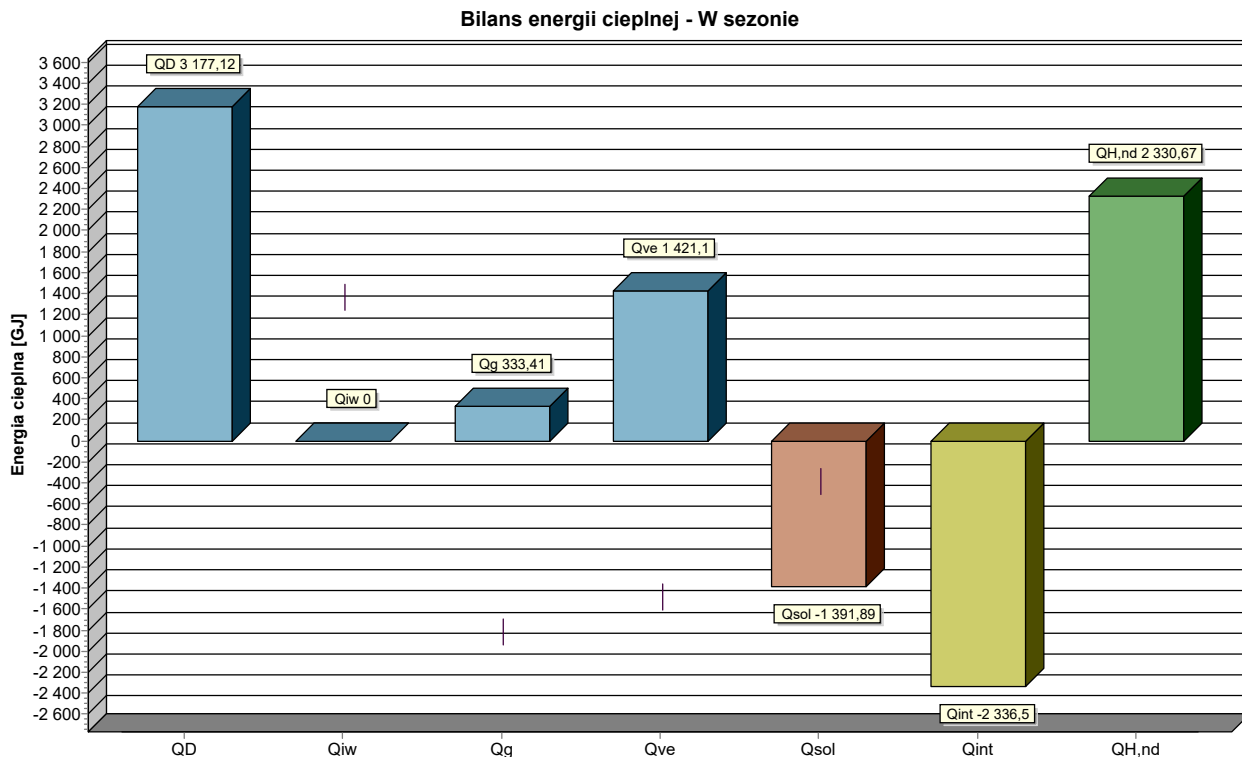
Wyniki - Ogólne

Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	9487,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-24,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Suwałki	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	9487,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2330,67	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	647409	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6174	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18974,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	377,5	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	104,9	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	122,8	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	34,1	kWh/ (m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Bez próby szczelności prz	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	6,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		

Wyniki - Ogólne

System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :		m
Rzędna wody gruntowej:	-3,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :		m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :		m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	380,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	2815,0	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

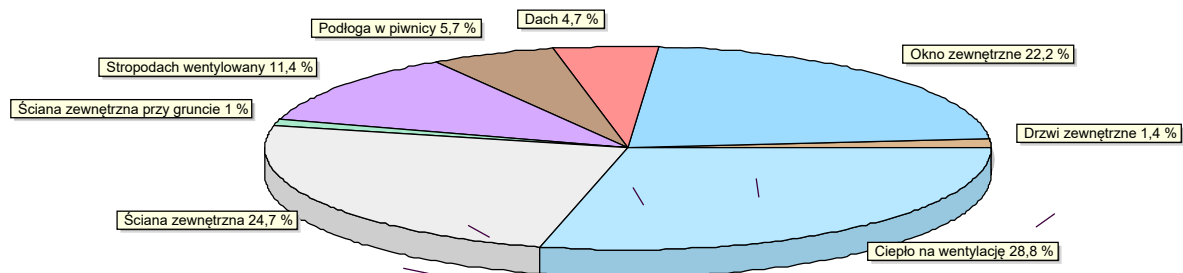
Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-5,3	501,63	0,00	29,29	219,10	0,996	40,37	198,44	512,22
Luty	28	-4,9	445,92	0,00	26,59	215,63	0,995	55,35	179,24	454,77
Marzec	31	1,3	370,77	0,00	29,29	161,94	0,971	93,95	198,44	278,08
Kwiecień	30	6,8	253,28	0,00	27,95	114,31	0,865	151,10	192,04	98,79
Maj	31	13,6	126,90	0,00	28,32	55,42	0,512	199,11	198,44	7,09
Czerwiec	30	15,7	82,51	0,00	26,87	37,24	0,365	203,86	192,04	1,93
Lipiec	31	16,1	77,33	0,00	27,36	33,77	0,335	209,96	198,44	1,51
Sierpień	31	15,6	87,24	0,00	27,21	38,10	0,399	177,71	198,44	2,36
Wrzesień	30	12,4	145,83	0,00	26,48	65,82	0,678	126,07	192,04	22,57
Październik	31	6,8	261,72	0,00	27,77	114,31	0,923	74,25	198,44	152,11
Listopad	30	0,1	381,84	0,00	27,41	172,33	0,988	36,76	192,04	355,50
Grudzień	31	-2,3	442,15	0,00	28,88	193,12	0,993	23,40	198,44	443,75
W sezonie	365	6,4	3177,12	0,00	333,41	1421,10	0,698	1391,89	2336,50	2330,67

Wyniki - Zestawienie strat energii cieplnej wg normy PN-EN ISO 13790

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej

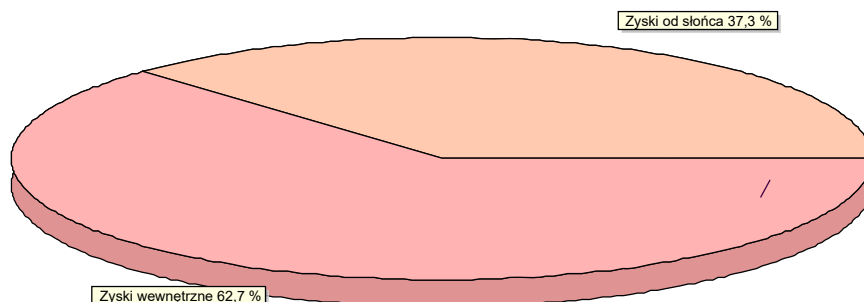


1,4 % Drzwi zewnętrzne	22,2 % Okno zewnętrzne	4,7 % Dach
5,7 % Podłoga w piwnicy	11,4 % Stropodach wentylowany	1 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
24,7 % Ściana zewnętrzna	28,8 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	67,73	18815	1,4
Okno zewnętrzne	1096,47	304574	22,2
Dach	229,81	63836	4,7
Podłoga w piwnicy	283,10	78640	5,7
Stropodach wentylowany	564,49	156803	11,4
Ściana zewnętrzna przy gruncie	50,31	13974	1,0
Ściana zewnętrzna	1218,61	338504	24,7
Ciepło na wentylację	1421,10	394749	28,8
Razem	4931,63	1369896	100,0

Wyniki - Zestawienie zysków energii cieplnej wg normy PN-EN ISO 13790

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



37,3 % Zyski od słońca 62,7 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	1391,89	386636	37,3
Zyski wewnętrzne	2336,50	649029	62,7
Razem	3728,39	1035665	100,0

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku SP4 i G3	
	Załącznik 2 - Stan istniejący	
Miejscowość:	Ełk	
Adres:	Grodzieńska 1	
Projektant:	mg inż. Piotr Kukla	
Data obliczeń:	Czwartek 12 Stycznia 2017 22:07	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 12 Stycznia 2017 22:07	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	V	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-24	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	5,5	°C
Stacja meteorologiczna:	Suwałki	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6174,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18974,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	153438	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	141927	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	295365	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	295365	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	47,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	15,6	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2169,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h

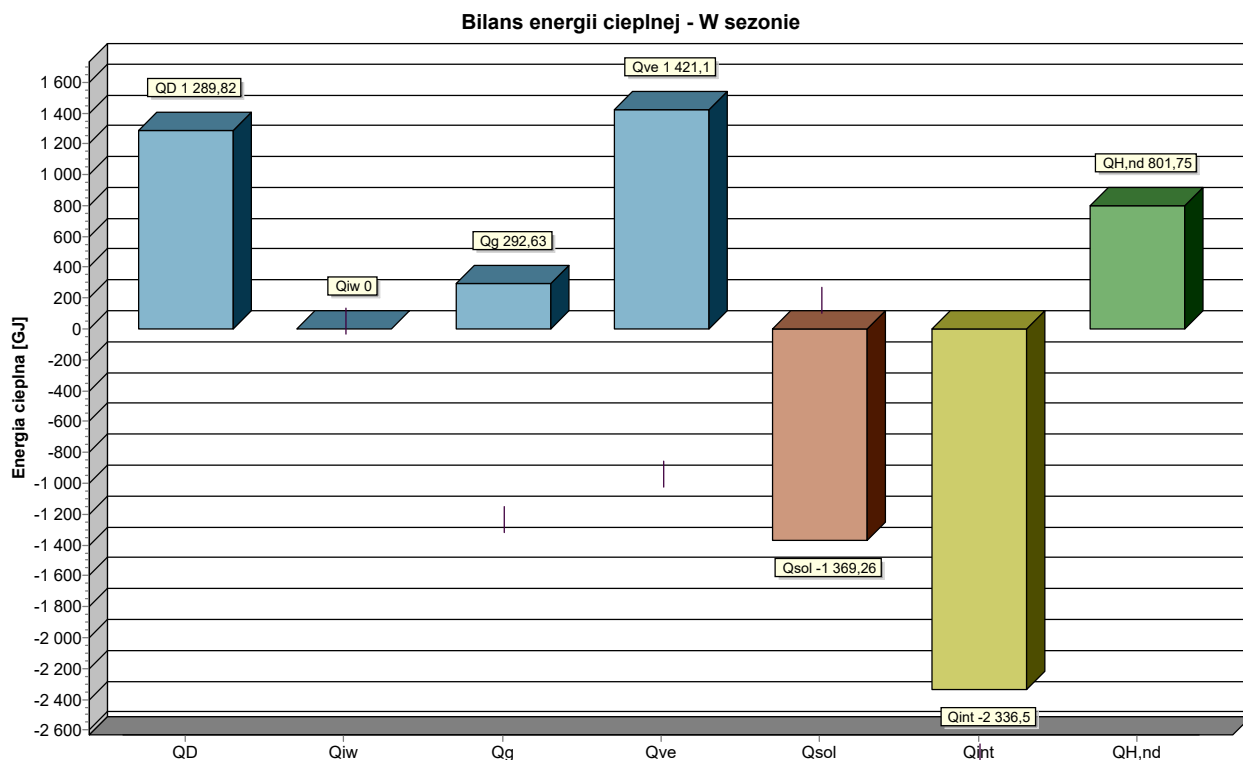
Wyniki - Ogólne

Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	9487,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-24,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Suwałki	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	9487,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	801,75	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	222709	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6174	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18974,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	129,9	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	36,1	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	42,3	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	11,7	kWh/ (m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Bez próby szczelności prz	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	6,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		

Wyniki - Ogólne

System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:		
Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Projektowa sprawność rekuperacji η_{recup} :	70,0	%
Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$:	49,0	%
Projektowy stopień recyrkulacji η_{recir} :		%
Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$:		%
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :		m
Rzędna wody gruntowej:	-3,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :		m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :		m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	380,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	2815,0	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

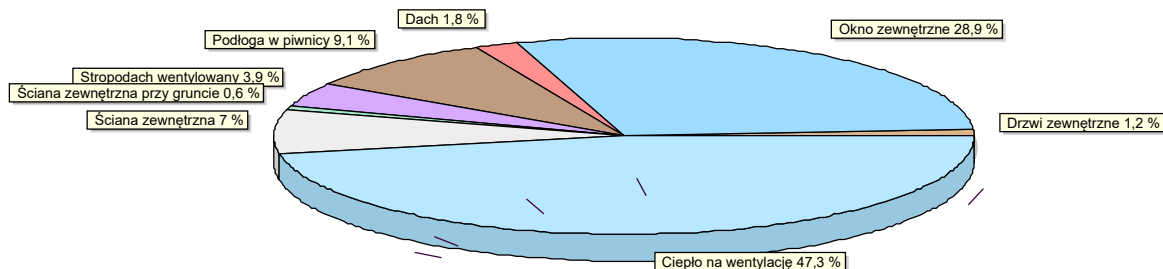
Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-5,3	203,65	0,00	24,54	219,10	0,995	39,99	198,44	210,14
Luty	28	-4,9	181,03	0,00	22,12	215,63	0,993	54,46	179,24	186,73
Marzec	31	1,3	150,52	0,00	24,54	161,94	0,929	92,49	198,44	66,71
Kwiecień	30	6,8	102,82	0,00	23,88	114,31	0,682	148,53	192,04	8,83
Maj	31	13,6	51,52	0,00	24,85	55,42	0,333	195,69	198,44	0,69
Czerwiec	30	15,7	33,50	0,00	24,22	37,24	0,241	200,28	192,04	0,56
Lipiec	31	16,1	31,39	0,00	25,16	33,77	0,222	206,32	198,44	0,56
Sierpień	31	15,6	35,42	0,00	25,21	38,10	0,263	174,62	198,44	0,57
Wrzesień	30	12,4	59,20	0,00	24,35	65,82	0,469	123,90	192,04	1,23
Październik	31	6,8	106,25	0,00	25,03	114,31	0,826	73,13	198,44	21,37
Listopad	30	0,1	155,01	0,00	24,05	172,33	0,982	36,39	192,04	127,11
Grudzień	31	-2,3	179,50	0,00	24,67	193,12	0,992	23,46	198,44	177,25
W sezonie	365	6,4	1289,82	0,00	292,63	1421,10	0,594	1369,26	2336,50	801,75

Wyniki - Zestawienie strat energii cieplnej wg normy PN-EN ISO 13790

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej

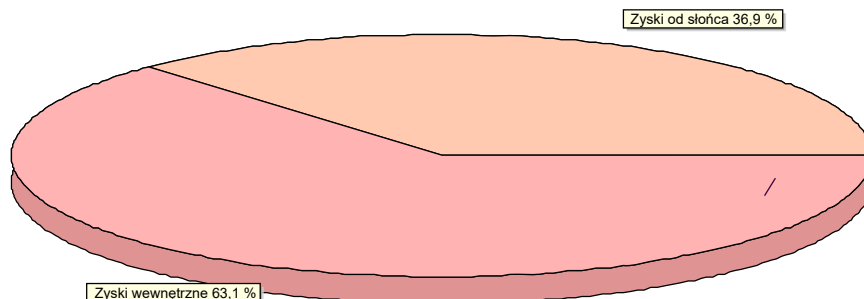


1,2 % Drzwi zewnętrzne	28,9 % Okno zewnętrzne	1,8 % Dach
9,1 % Podłoga w piwnicy	3,9 % Stropodach wentylowany	0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
7 % Ściana zewnętrzna	47,3 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	37,04	10289	1,2
Okno zewnętrzne	867,46	240960	28,9
Dach	55,13	15313	1,8
Podłoga w piwnicy	274,03	76119	9,1
Stropodach wentylowany	118,55	32932	3,9
Ściana zewnętrzna przy gruncie	18,60	5167	0,6
Ściana zewnętrzna	211,64	58788	7,0
Ciepło na wentylację	1421,10	394749	47,3
Razem	3003,54	834318	100,0

Wyniki - Zestawienie zysków energii cieplnej wg normy PN-EN ISO 13790

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



36,9 % Zyski od słońca 63,1 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	1369,26	380350	36,9
Zyski wewnętrzne	2336,50	649029	63,1
Razem	3705,76	1029379	100,0

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym i docelowym

		Stan istn.	Stan docel.	
1	Liczba użytkowników OS =	1 071	1 071	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika [0,8 dm ³ /(m ² dzień) / użytkownika] V _{OS} =	0,005	0,005	m ³ /d
3	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową V _{Wi} =OS*V _{OS} =	4,939	4,939	m ³ /d
4	Czas użytkowania tuż=tr*kr	200,8	200,8	dni/a
5	Roczne zużycie cwu V _{cw} =V _{Wi} *t _{uż} =	991,6	991,6	m ³
6	Różnica temperatur Δtcw =	45,00	45,00	K
7	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej (netto) Q _{w,nd}	187,0	187,0	GJ
8	η _{wg} – sprawność wytwarzania ciepła	0,980	0,980	
9	η _{wd} – sprawność przesyłu ciepła w instalacji ciepłej wody	0,700	0,700	
10	η _{ws} - sprawność akumulacji ciepła	1,000	1,000	
11	η _{we} - sprawność wykorzystania ciepła	1,000	1,000	
12	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (brutto) Q _{k,w} =	272,5	272,5	GJ
13	Liczba godzin rozbioru T =	8,0	8,0	h/dobę
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q _{cwj} =Q _{cw} *p*(t _c -t _{zw}) =	0,2749	0,2749	GJ/m ³
15	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu V _{hsred} =	0,617	0,617	m ³ /h
16	Współczynnik nierównomierności rozbioru N =	1,699	1,699	
17	Max. moc cieplna q _{cw} = V _{hsred} *Q _{cwj} *278*N =	55,0	55,0	kW
18	Koszt przygotowanie cwu	11 206	11 206	zł
19	Średni koszt 1 m ³ cwu	11,30	11,30	zł/m ³

Załącznik nr 4

I Określenie sprawności systemu grzewczego c.o. w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$\eta_g = 0,99$ - Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW

2. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła

$\eta_d = 0,80$ - z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej

3. Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła

$\eta_e = 0,82$ - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej

4. Sprawność układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym

$\eta_s = 1,00$ - system grzewczy bez zbiornika buforowego

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$w_t = 1,00$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$w_d = 1,00$

7 Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s / (w_t * w_d) = 0,649$$

II Określenie sprawności systemu grzewczego c.o. w stanie docelowym

1. Sprawność wytwarzania

$\eta_g = 0,99$ - Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW

2. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła

$\eta_d = 0,90$ - Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej

3. Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła

$\eta_e = 0,88$ - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K

4. Sprawność układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym

$\eta_s = 1,00$ - system grzewczy bez zbiornika buforowego

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$w_t = 1,00$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$w_d = 1,00$

7. Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s / (w_t * w_d) = 0,784$$

Załącznik nr 5

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Ściany zewnętrzne

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/(m ² *K)	Powierzchnia m ²
1	SZ	Ściany zewnętrzne osłonowe	0,876	1,142	2486,49

Ściany przy gruncie

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/(m ² *K)	Powierzchnia m ²
1	SG	Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,594	0,628	547,94

Strop piwnicy

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/m ² *K	Powierzchnia m ²
1	STR_PIW	Strop nad piwnicą	1,114	0,897	0,00

Podłoga

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/m ² *K	Powierzchnia m ²
1	PG_PIW	Podłoga na gruncie	2,363	0,423	2815,00

Stropodach

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/m ² *K	Powierzchnia m ²
1	STROPODACH	Stropodach wentylowany	1,462	0,684	1923,18
2	DACH SG	Dach nad salą gimnastyczną	2,713	0,6	891,82

Okna

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/m ² *K	Powierzchnia m ²
1	OKNA - N	Okno zewnętrzne nowe	-	1,600	1132,74
2	OKNA_ST	Okno zewnętrzne - stare	-	3,200	232,00

Drzwi

Nr	symbol	opis	R (m ² *K)/W	U _o W/m ² *K	Powierzchnia m ²
1	DRZWI_N	Drzwi zewnętrzne - nowe	-	2,000	30,92
2	DRZWI_ST	Drzwi zewnętrzne - stare	-	5,100	18,82

Załącznik nr 6

Ocena opłacalności przedsięwzięcia polegającego na modernizacji oświetlenia w pomieszczeniach na LED*

Typ nowego oświetlenia	Średni czas użytkowania źródeł światła [h]**	Moc montowanych opraw [kW]	Sumarczny koszt inwestycyjny - LED [zł]	Oszczędność zużycia energii [kWh/rok]	Oszczędność kosztów energii [zł/rok]	SPBT [lata]
Kompaktowe świetlówki energooszczędne wraz z wymianą opraw w miejscach gdzie jest to niezbędne	1800	13,044	301 481	35 219	33 583	9,0

* Obliczenia przeprowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 Nr 75 poz. 690) oraz Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926)

** Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii

*** Średnia cena energii elektrycznej za 2015 rok (dystrybucja i sprzedaż) wynosi 0,954 zł/kWh

UWAGA: zgodnie z decyzją Inwestora nie przewiduje się realizacji inwestycji

Załącznik nr 7

Wskaźniki pomiaru stopnia osiągnięcia założeń konkursu RPO WM 2014-2020 dla przedsięwzięć rozpatrywanych w audycie

Lp.	Nazwa wskaźnika	Typ wskaźnika	Jednostka	Wartość
1	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych	Wskaźnik rezultatu bezpośredniego	kWh/rok	1 215 934,60
2	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	Wskaźnik rezultatu bezpośredniego	MWh/rok	0,00
3	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	Wskaźnik rezultatu bezpośredniego	GJ/rok	2 566,20
4	Liczba zmodernizowanych energetycznie budynków	Wskaźnik produktu	szt.	1
5	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	Wskaźnik produktu	tony równoważnika CO ₂ /rok	324,17
6	Podwyższenie standardu energetycznego budynku, wyrażona wskaźnikiem EPh + w	Wskaźnik określony w kryteriach merytorycznych punktowych	kWh/(m ² * rok)	156,90
7	Redukcja CO ₂	Wskaźnik określony w kryteriach merytorycznych punktowych	%	66,46
8	Redukcja pyłu PM10	Wskaźnik określony w kryteriach merytorycznych punktowych	%	66,46

Załącznik nr 8 Wyznaczenie efektu ekologicznego

1) Termomodernizacja

Wyznaczenie efektu ekologicznego związanego z oszczędnością energii w wyniku przeprowadzonej termomodernizacji oparto na założeniach:

- Sprawność wytwarzania w stanie istniejącym:	0,99
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie istniejącym:	0,80
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie istniejącym:	0,82
- Sprawność akumulacji w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie istniejącym	1,00
- Sprawność wytwarzania w stanie docelowym	0,99
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie docelowym	0,90
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie docelowym	0,88
- Sprawność akumulacji w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie docelowym	1,00

Zużycie ciepła na cele c.o. - stan istniejący	GJ/rok	3588,74
Zużycie ciepła na cele c.w.u. - stan istniejący	GJ/rok	272,54
Zużycie ciepła na cele c.o. - stan docelowy	GJ/rok	1022,54
Zużycie ciepła na cele c.w.u. - stan docelowy	GJ/rok	272,54
Oszczędność ciepła na cele c.o.	GJ/rok	2566,20
Oszczędność ciepła na cele c.w.u.	GJ/rok	0,00
Całkowita oszczędność ciepła	GJ/rok	2566,20

Wskaźniki dla PEC Ełk*

wyszczególnienie	wielkość	jednostka
CO ₂	126,32	[kg/GJ]
SO ₂	0,33	[kg/GJ]
NO _x	0,15	[kg/GJ]
pył	0,05	[kg/GJ]

substancja	Jednostka	Efekt ekologiczny		Efekt	Efekt
		Przed	Po		
Emisja CO ₂	kg/a	487771,32	163598,84	324172,48	66,5%
Emisja SO ₂	kg/a	1264,29	424,04	840,24	66,5%
Emisja NO _x	kg/a	594,16	199,28	394,88	66,5%
pył	kg/a	208,52	69,94	138,58	66,5%
pył PM10***	kg/a	117,60	39,44	78,16	66,5%

2) Modernizacja oświetlenia

Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	kWh/rok	0
---	---------	---

Wskaźniki dla energii elektrycznej **

wyszczególnienie	wielkość	jednostka
CO ₂	0,806	[Mg/MWh]

Efekt ekologiczny		
substancja	Jednostka	Efekt
Emisja CO ₂	kg/a	0,00

* wskaźniki emisji ze źródła ciepła PEC Ełk za rok 2015 (emisja roczna danej substancji w 2015r. odniesiona do ilości sprzedanej energii cieplnej w 2015r.)

** wskaźnik emisji CO₂ dla energii elektrycznej z uwzględnieniem strat u odbiorcy końcowego na podstawie opracowania KOBIZE "Wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej u odbiorców końcowych na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2014 rok" (wskaźnik dotyczy również c.w.u. produkowanej z energii elektrycznej - przyjęto, że pozostałe wskaźniki emisji dla energii elektrycznej są równe 0)

*** założono udział pyłu PM10 w pyłe ogółem dla kotłów WR-25 wynoszący 56,4% (źródło: <http://www.ipis.zabrze.pl/dokumenty/pis/m79.pdf>)

Załącznik 9

Ocena opłacalności przedsięwzięcia polegającego na zastosowaniu odnawialnych źródeł energii wytwarzających energię elektryczną – instalacja paneli fotowoltaicznych.

Przeprowadzono analizę zastosowania instalacji paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną wyłącznie na potrzeby własne. Moc ogniw dobrano w taki sposób, aby produkcja w okresach półrocznych (styczeń - czerwiec, lipiec - grudzień) nie przekroczyła średniego zużycia energii elektrycznej w analogicznych okresach w latach 2013 - 2015 (z uwzględnieniem zmniejszonego zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku modernizacji oświetlenia wewnętrznego). Jest to rozwiązanie bez układu magazynowania energii (brak akumulatorów). Elementy składowe układu:

- moduły fotowoltaiczne, polikrystaliczne o łącznej mocy 40 kW,
- inwertery (falowniki),
- konstrukcja wsporcza pod PV (system montażowy),
- okablowanie.

Układ fotowoltaiczny dobrano w przybliżeniu tak, aby pokryć roczne zapotrzebowanie na zużycie energii elektrycznej w okresach półrocznych. Podstawowe parametry wykorzystane do analiz zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Nośnik energii	Energia elektryczna	
Cel	Potrzeby oświetleniowe i pozostałe	
Szacunowe zużycie energii elektrycznej w 2015 roku	110549,00	kWh/rok
Całkowity koszt brutto energii elektrycznej w 2015 r,	105 415,50	zł/rok
Średni jednostkowa cena energii elektrycznej w 2015 roku	0,954	zł/kWh

Wielkość rocznej emisji CO₂ w stanie istniejącym - 24753,2 ton CO₂/a
c.w.u.:

Ogniwa fotowoltaiczne

Parametr	Wartość	Jednostka
System śledzący słońce	Umocowany	-
Orientacja	południowa	-
Nachylenie	32,0	°
Jednostkowa moc ogniwa	250	W
Powierzchnia 1 panela PV	1,63	m ²
Całkowita moc ogniw	40,00	kW
Sprawność	15,3%	-
Temperatura pracy ogniwa	-40 ÷ +85	°C
Powierzchnia panela PV	261	m ²

Falownik

Parametr	Wartość	Jednostka
Sprawność falownika	98,0%	-
Moc falownika	40,0	kW

Obliczenia energetyczne

Miesiąc	Ilość padającego promieniowania słonecznego, kWh/m ² /m-c*	Ilość energii wyprodukowanej, kWh/m-c
Styczeń	38	1 477
Luty	58	2 285
Marzec	104	4 059
Kwiecień	116	4 547
Maj	158	6 176
Czerwiec	169	6 610
Lipiec	168	6 564
Sierpień	152	5 930
Wrzesień	112	4 380
Październik	65	2 530
Listopad	31	1 202
Grudzień	26	1 033
SUMA	1 197	46 793,3

* Wielkość miesięcznego promieniowania słonecznego dla stacji meteorologicznej w Suwałkach, panele PV usytuowane na stronie południowej, nachylone pod kątem 32°

Roczna ilość wyprodukowanej energii elektrycznej w ogniwach PV:	46 793,3	kWh/rok
Roczna ilość zakupionej energii elektrycznej z sieci	110 549,0	kWh/rok
Oszczędność energii dzięki zastosowaniu instalacji PV:	46 793,3	kWh/rok
Względna oszczędność energii dzięki zastosowaniu instalacji PV:	42,3	%
Oszczędność kosztów dzięki zastosowaniu instalacji PV:	44 620,40	zł/rok

Nakłady inwestycyjne, brutto	320 000,00	zł
SPBT	7,2	lata
Wskaźnik emisji CO₂	0,806	ton CO₂/MWh
Roczna oszczędność emisji CO₂	37,7	ton CO₂/rok

UWAGA: zgodnie z decyzją Inwestora nie przewiduje się realizacji inwestycji