



ZAWISZA - ARCHITEKCI pracownia projektowa
33-112 tarnowiec nowodworce 75
tel: (014) 621 13 14, 0605 288 418, 0605 547 255, e-mail: archilopi@poczta.onet.pl

Projekt: Przebudowa i zmiana sposobu użytkowania istniejących pomieszczeń w budynku szkoły podstawowej z przeznaczeniem na potrzeby świetlicy i przedszkola oraz dobudowa schodów zewnętrznych.

lokalizacja: działka nr 479/4, 480/4, 481/2, 482/1 w Łękawce gmina Tarnów

kategoria: IX - budynek oświaty

temat: Ekonomiczna analiza optymalizacyjnego-porównawcza

stadium: projekt budowlany

inwestor: Gmina Tarnów 33-100 Tarnów ul. Krakowska 19

ANALIZA MOŻLIWOŚCI RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA WYSOKOEFEKTYWNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ I CIEPŁO

Opracowano dla rozwiązań projektowanych w ramach projektu budowlanego oraz dla części budynku szkoły podstawowej w Łękawce na działce nr 4479/4, 480/4, 482/1 przeznaczonej pod funkcję przyszłego przedszkola, która jest odrębną wydzieloną przestrzenią architektoniczną.

	Imię i nazwisko	Uprawnienia/pieczątka	Podpis	Data
Projektant:	Wojciech Nejman			1992-05-11

Łękawka koło Tarnowa, 2015-12-15

Spis treści:

1. Dane budynku
2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową
3. Dostępne nośniki energii
4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych
5. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa
6. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej
7. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
8. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
9. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii
10. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji
11. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody
12. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zapotrzebowania w energię
13. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię
14. Zestawienie kosztów inwestycyjno - eksploatacyjnych za okres 10.00 lat

1. Dane budynku

1.1. Dane adresowe:

Nazwa budynku: Część budynku szkoły podstawowej w Łękawce przeznaczona na potrzeby przedszkola

Adres budynku: Łękawka koło Tarnowa, Działka nr 479/4, 480/4, 482/1 w Łękawce

Nazwa inwestora: Gmina Tarnów

Adres inwestora: 33-100 Tarnów, ul. Krakowska 19

1.2. Dane geometryczne:

Przeznaczenie budynku: kategoria IX budynek oświaty

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Tarnów

Powierzchnia zabudowy $A_z=136,78 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=96,81 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=96,81 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym $V_e=463,12 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku $V=319,47 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 1

2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

2.1. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu ogrzewania i wentylacji

2.1.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Paliwo - gaz ziemny	100,0	3347,3

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 0,00 kWh/rok

2.1.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Energia elektryczna – gruntowa pompa ciepła	100,0	3347,3

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 551,82 kWh/rok

2.2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu przygotowania ciepłej wody

2.2.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Paliwo - gaz ziemny	100,0	814,3

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 127,21 kWh/rok

2.2.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Energia elektryczna – pompa ciepła glikol/woda	50,0	407,2
2	Energia słoneczna – kolektory słoneczne	50,0	407,2

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 62,08 kWh/rok

3. Dostępne nośniki energii

Gaz ziemny Gz-50 oraz energia elektryczna dostępna jak dotychczas bez zmian zgodnie z istniejącą umową dystrybucyjną.

4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Warunki przyłączenia w dyspozycji Inwestora jak dotychczas bez zmian

5. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

5.1 Budynek projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Paliwo - gaz ziemny	3.60	zł/kg	
2	Energia elektryczna - produkcja mieszana	0.50	zł/kWh	

5.2 Budynek z alternatywnymi źródłami energii

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Energia elektryczna – gruntowa pompa ciepła	0.50	zł/kWh	
2	energia słoneczna	0.00	zł/kg	

6. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej

Lp.	Nazwa systemu	Wariant projektowany	Wariant alternatywny
1	Opis ogólny	Obliczenie opłacalności inwestycji dla alternatywnych rozwiązań dotyczących systemów ogrzewania i wytwarzania cwu dla części budynku szkoły podstawowej w Łękawce koło Tarnowa, przeznaczonej na przyszłe potrzeby przedszkola.	Alternatywne źródła ciepła dla projektowanej części budynku szkoły podstawowej w Łękawce koło Tarnowa, która przeznaczona będzie pod funkcję przyszłego przedszkola.
2	System ogrzewania	W projekcie przewiduje się ogrzewanie przedmiotowej części budynku z istniejącej centralnej kotłowni wodnej opalanej gazem ziemnym, która jest źródłem ciepła dla całego budynku szkoły. W skład kotłowni wchodzi dwa kotły stojące niskotemperaturowe o wydajności po 50 kW. Kotłownia jest źródłem ciepła dla przebudowywanej instalacji centralnego ogrzewania w przestrzeni przeznaczonej dla przyszłego przedszkola jak i całego budynku szkoły. Regulacja wydajności kotłów pogodowa w zależności od parametrów zewnętrznych powietrza. Instalacja wewnętrzna z rur izolowanych. Ciepło w budynku rozprowadzane będzie poprzez projektowaną instalację grzejnikową. Przed grzejnikami przewiduje się zabudowę zaworów termostatycznych.	Alternatywnie ogrzewanie przedmiotowej części budynku przeznaczonej na przedszkole zaproponowano poprzez zastosowanie gruntowej pompy ciepła glikol-woda o sprawności wytwarzania $\eta_{He}=3,5$. . Dolnym źródłem ciepła dla pompy będą dwa odwierty pionowe o głębokości 100 m każdy. Źródło o udziale procentowym 100% na paliwo - energia elektryczna. - Sieć elektroenergetyczna systemowa. Źródło - typu pompy ciepła glikol/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie wytwarzająca wodę o parametrach (60/45°C). Pompa o sprawności wytwarzania $\eta_{H,g}=3,50$, Ogrzewanie wodne grzejnikowe o regulacji centralnej pogodowej i miejscowej zaworami termostatycznymi o sprawności regulacji $\eta_{H,e}=0,89$ z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami. w przestrzeni ogrzewanej

			o sprawności przesyłu $\eta_{H,d}=0,90$, Zbiornik buforowy o pojemności 100 dm ³ w systemie ogrzewczym o parametrach 60/45°C w przestrzeni ogrzewanej o sprawności akumulacji $\eta_{H,s}=0,97$.
3	System wentylacji	Przewiduje się wentylację grawitacyjną w całej przedmiotowej przestrzeni projektowej w obiekcie z wyłączeniem pomieszczeń sanitarnych gdzie zastosowano wentylatory łazienkowe na kanałach kominowych.	Jak poprzednio bez zmian - wentylatory łazienkowe w pomieszczeniach sanitarnych. Dla pozostałych pomieszczeń wentylacja naturalna grawitacyjna.
4	System ciepłej wody	Ciepła woda użytkowa w całym budynku jak i w przebudowywanej jego przestrzeni przygotowywana jest i pozostanie w zasobniku ciepła ogrzewanym z istniejącej, wyżej opisanej kotłowni wodnej opalanej gazem. Woda rozprowadzana będzie po budynku oraz po przestrzeni przeszłego przedszkola, poprzez izolowaną instalację cwu współpracującą z instalacją cyrkulacji zasilanej pompą cyrkulacyjną sterowaną czujnikiem temperatury przed pompą.	Przewidywane źródło – pompa ciepła II-go stopnia woda/woda o udziale procentowym 50,00 % na paliwo - energia elektryczna - sieć elektroenergetyczna systemowa. Na okres zimy przewiduje się zabudowę pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowej, napędzana elektrycznie o sprawności wytwarzania $\eta_{W,g}=3,50$ + dodatkowa pompa woda/woda do podniesienia temperatury zasilania nagrzewnicy zbiornika solarnego. Centralny podgrzew wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi z pionami instalacyjnymi i przewodami rozprowadzającymi izolowanymi o sprawności przesyłu $\eta_{W,d}=0,70$, o sprawności akumulacji $\eta_{W,s}=0,85$. Źródło o udziale procentowym 50% na paliwo odnawialne jakim jest - energia słoneczna, Przewiduje się montaż kolektorów płaskich słonecznych współpracujących poprzez instalację solarną z zasobnikiem dwuwężownicowym o pojemności 300 dm ³ . $\eta_{W,g}=0,99$, Centralny podgrzew wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi z pionami instalacyjnymi nieizolowanymi i izolowanymi przewodami rozprowadzającymi o sprawności przesyłu $\eta_{W,d}=0,60$, o sprawności akumulacji $\eta_{W,s}=0,85$.

7. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

7.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - gaz ziemny	100,0	0,74	48,00	MJ/kg	4503,2	337,7	kg/rok

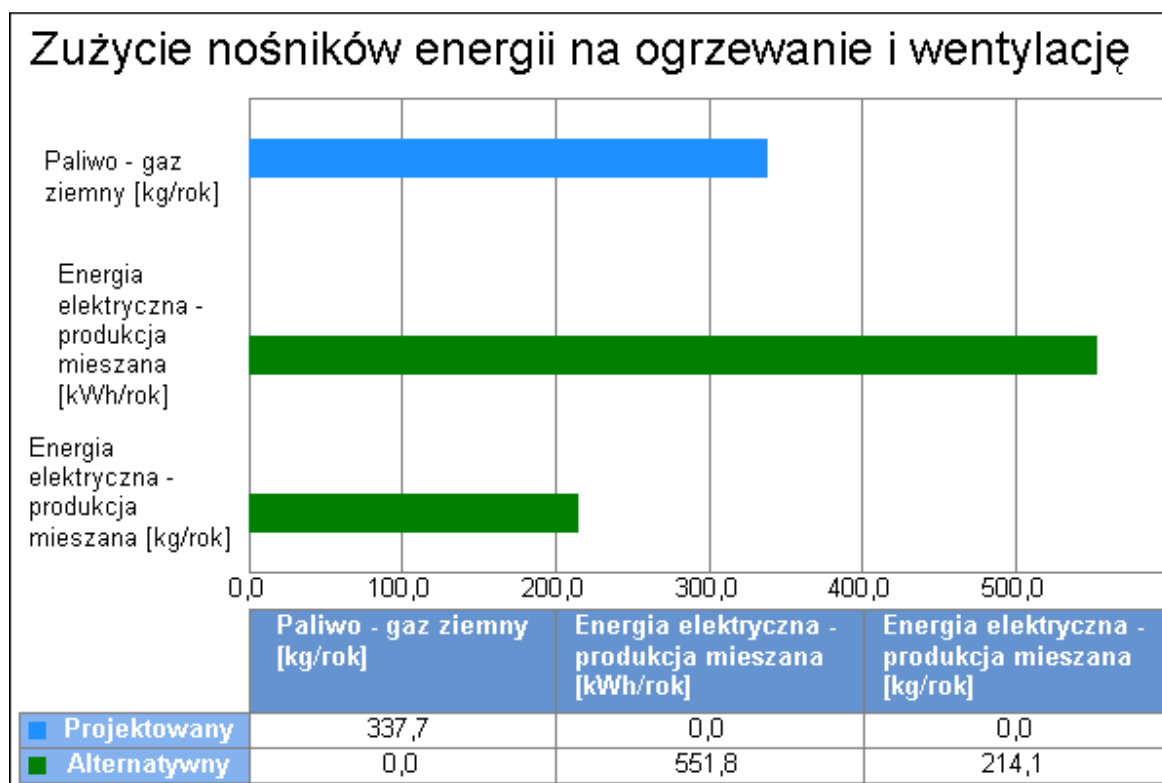
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 0,00 kWh/rok

7.2. Budynek z alternatywnymi źródłami energii

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Energia elektryczna - produkcja mieszana	100,0	2,72	20,70	MJ/kg	1230,9	214,1	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 551,82 kWh/rok

7.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego



Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu ogrzewania i wentylacji

8. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

8.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{w,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - gaz ziemny	100,0	0,56	48,00	MJ/kg	1442,8	108,2	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 127,21 kWh/rok

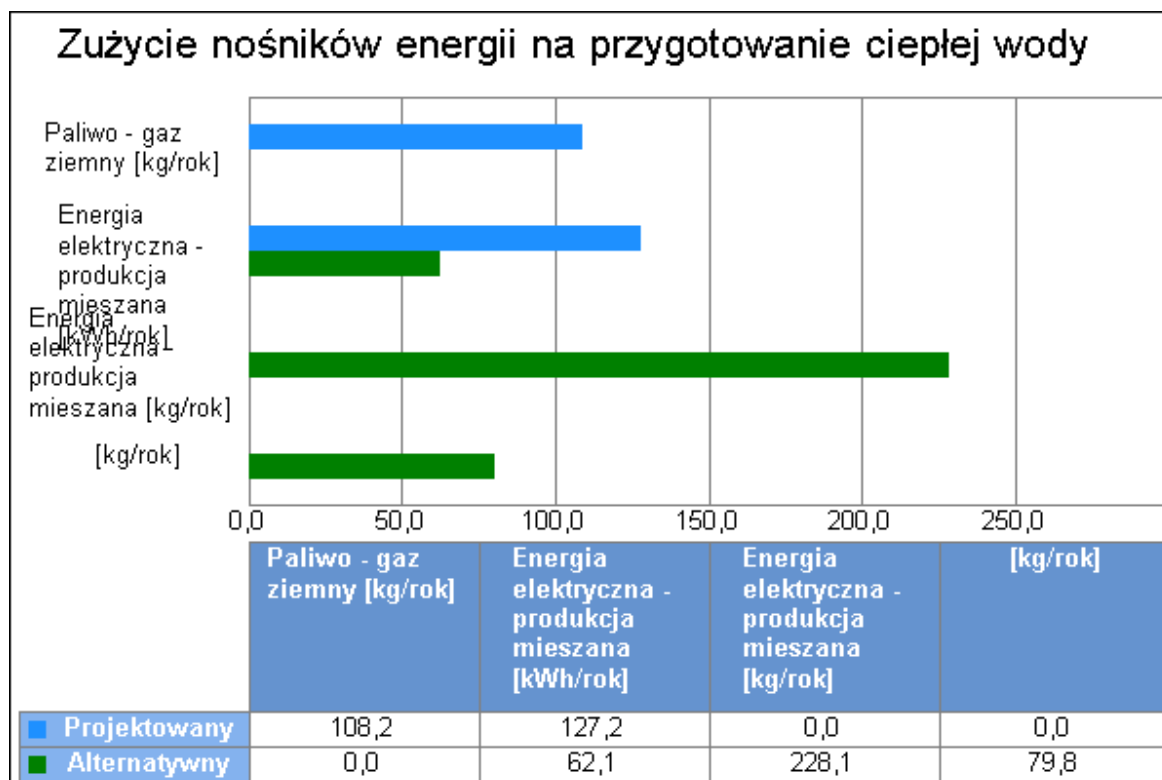
8.2. Budynek z alternatywnymi źródłami energii

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{w,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Energia elektryczna - produkcja mieszana	50,0	1,79	1,00	kWh/kWh	228,1	228,1	kg/rok

Energia słoneczna	50,0	5,10	3,60	MJ/kg	79,8	79,8	kg/rok
-------------------	------	------	------	-------	------	------	--------

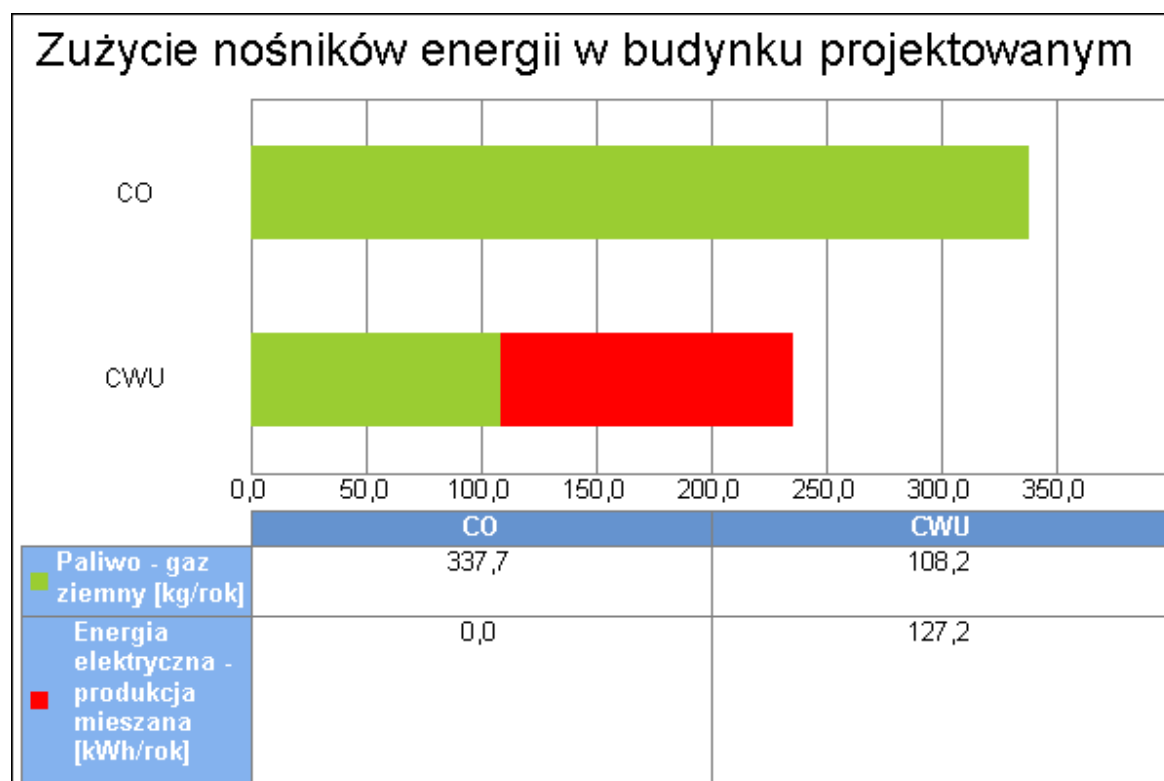
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 62,08 kWh/rok

8.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego

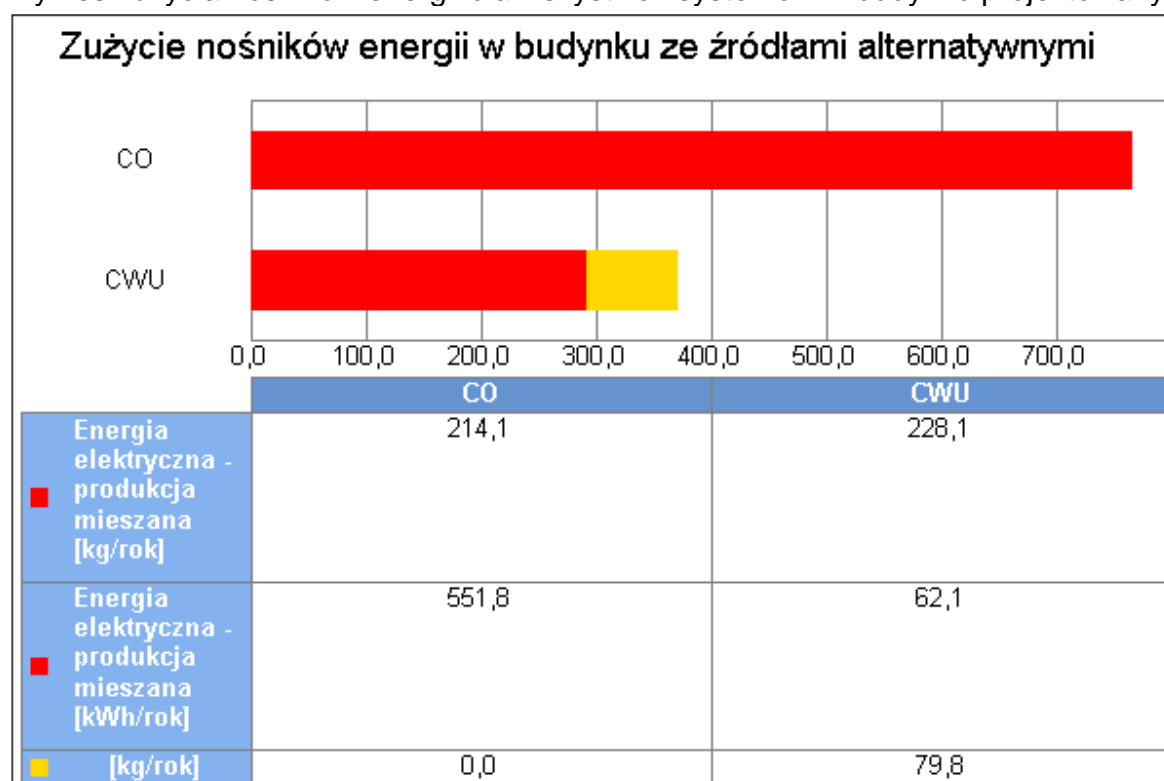


Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu przygotowania ciepłej wody

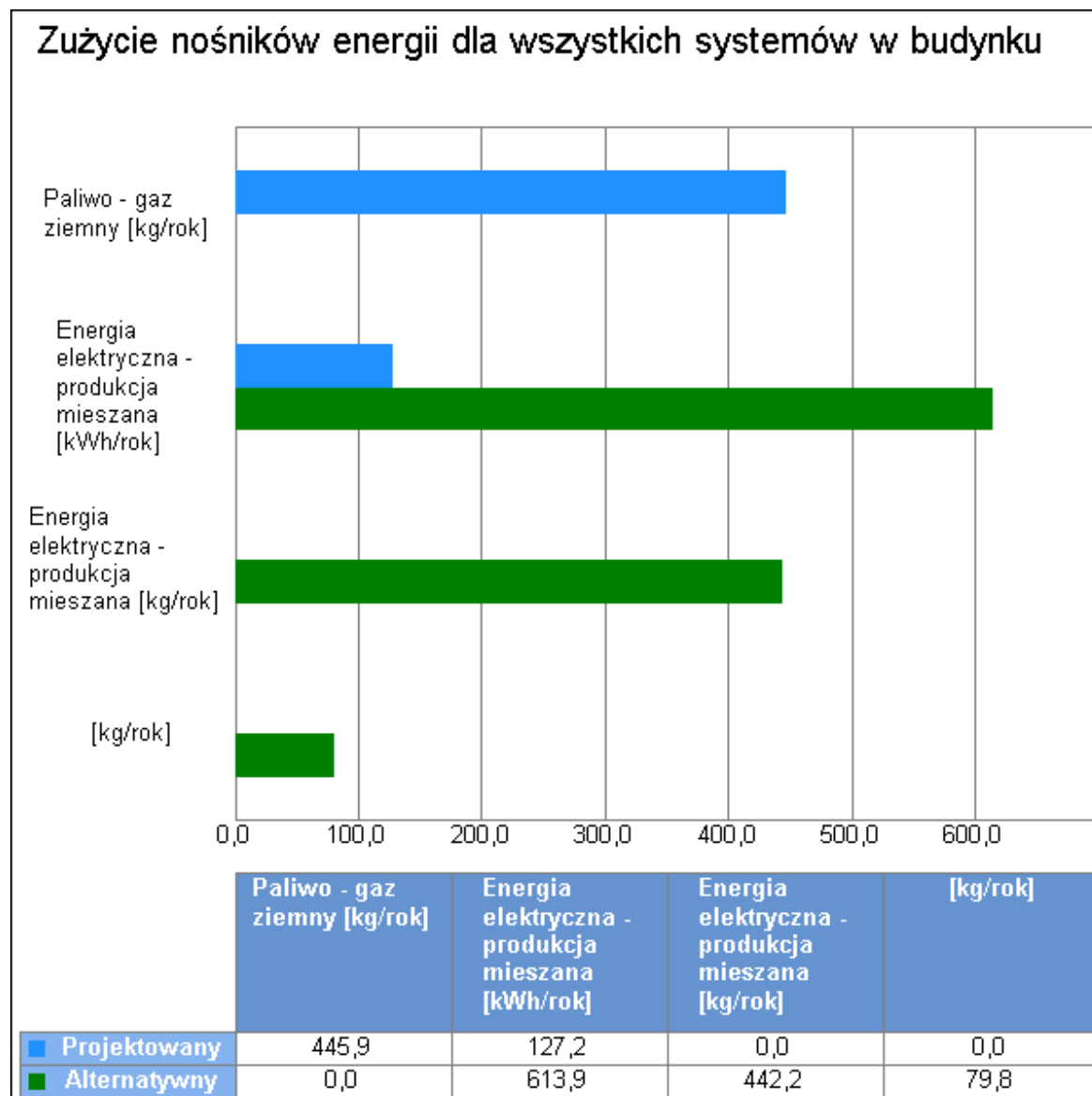
9. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku projektowanym



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku ze źródłami alternatywnymi

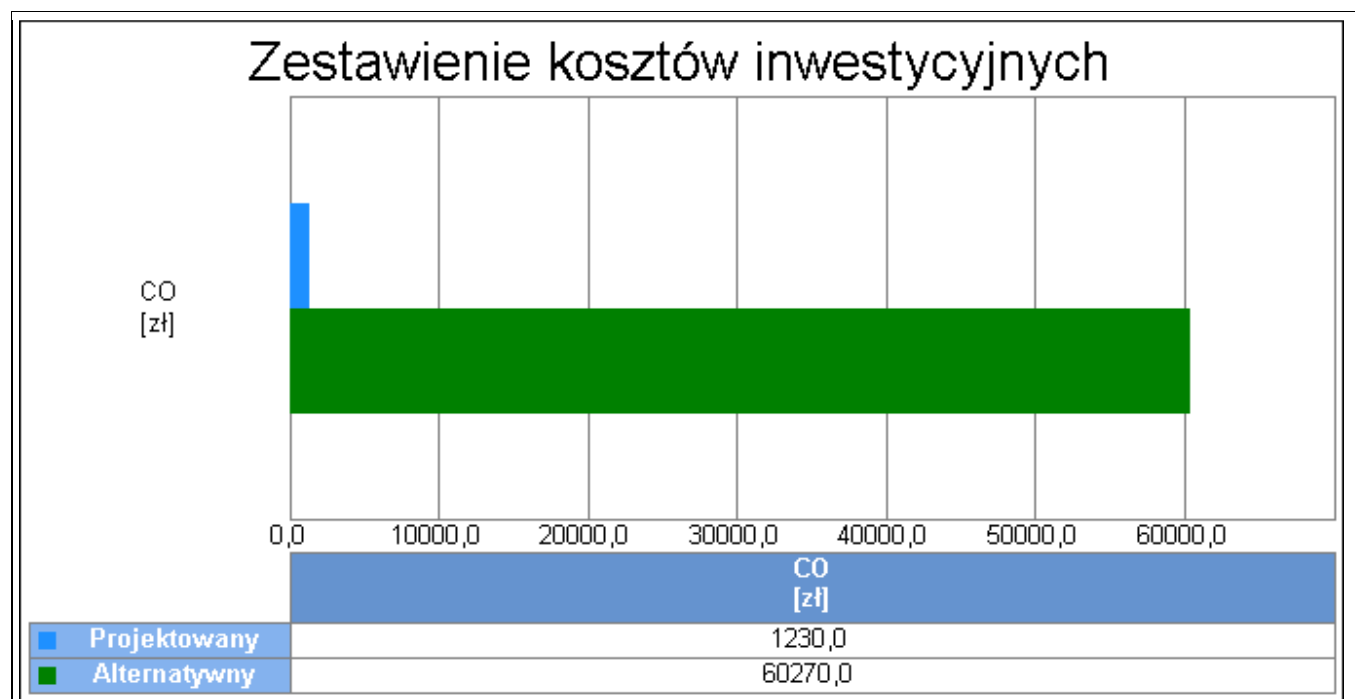


Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku

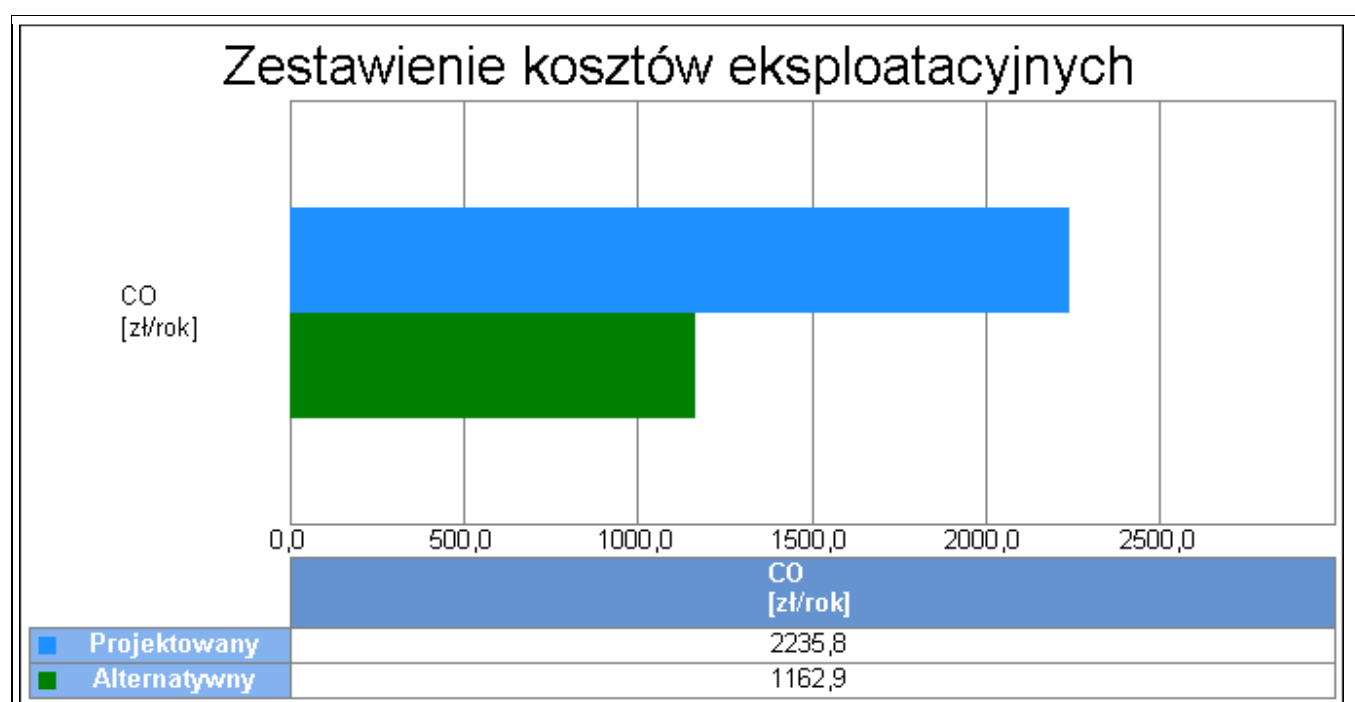
10. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

Budynek projektowany					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Paliwo - gaz ziemny	337.73	kg/rok	1215.84	
2	Energia elektryczna - produkcja mieszana	0.00	kWh/rok	0.00	

Opłaty stałe O_m		zł/m-c	70.00	Taryfa W-3	
Abonament Ab		zł/m-c	15.00	...	
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{H,E}= 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}=$		zł/rok	2235.84		
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Istniejąca kotłownia bez zmian	0.0	0.00	0.00	
2	Przeróbki dotyczące zasilania nowych projektowanych fragmentów instalacji grzejnikowej	1.0	1000.00	1230.00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{H,I}=$			zł	1230.00	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Energia elektryczna - produkcja mieszana	214.07	kg/rok	107.03	
Opłaty stałe O_m			zł/m-c	50.00	...
Abonament Ab			zł/m-c	15.00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{H,E}= 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}=$			zł/rok	1162.94	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Wykonanie dolnego źródła ciepła dla gruntowej pompy ciepła solanka/woda	2.0	7500.00	18450.00	
2	Kupno i montaż pompy ciepła solanka woda	1.0	32000.00	39360.00	
3	Wykonanie instalacji grzewczej, elektrycznej, AKPiA, i instalacyjnej w obrębie źródła ciepła.	1.0	2000.00	2460.00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{H,I}=$			zł	60270.00	



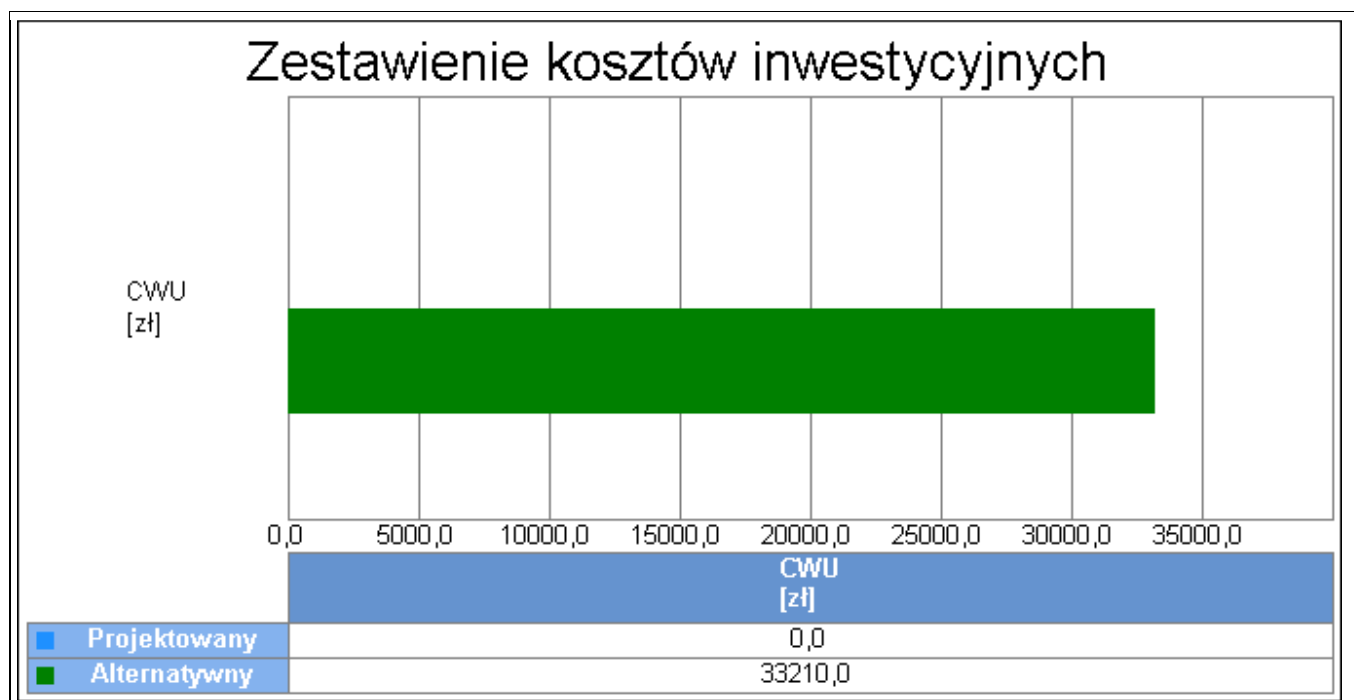
Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji



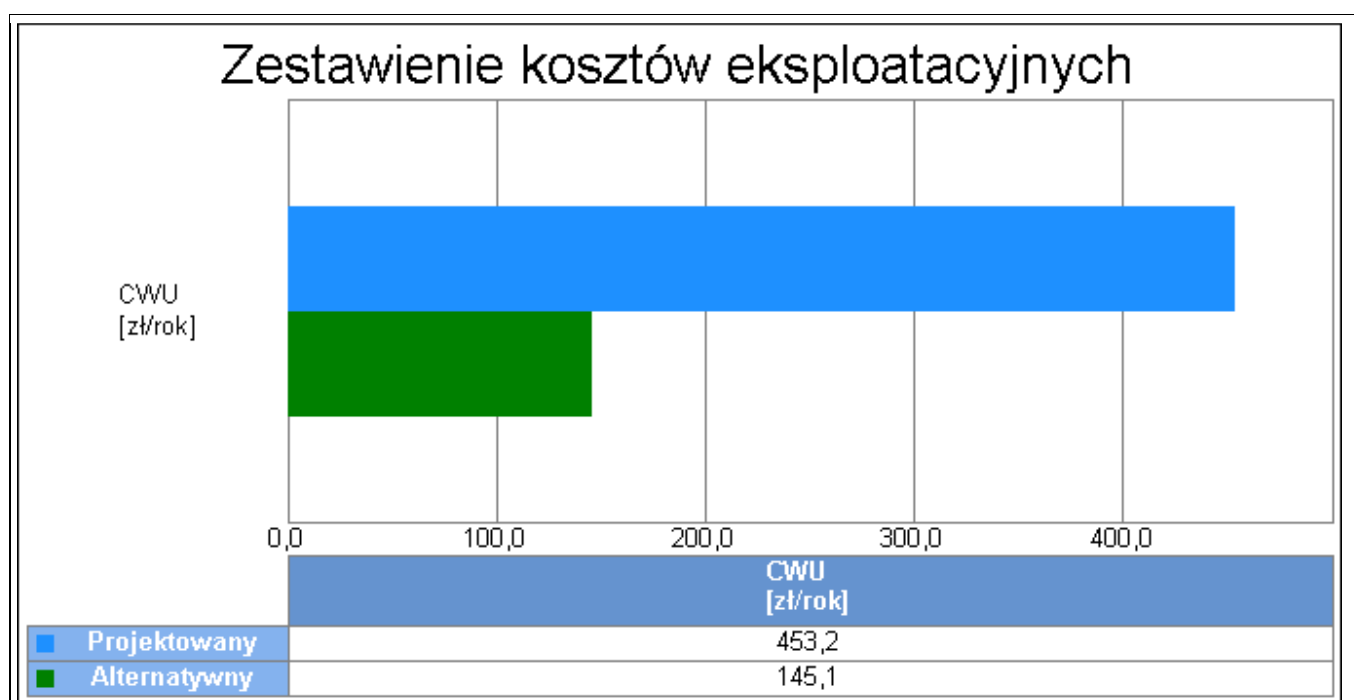
Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

11. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

Budynek projektowany					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Paliwo - gaz ziemny	108.21	kg/rok	389.55	
2	Energia elektryczna - produkcja mieszana	127.21	kWh/rok	63.60	
Oplaty stałe O_m			zł/m-c	0.00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0.00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}$			zł/rok	453.15	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Istniejąca instalacja zasobnika ciepła bez zmian	0.0	0.00	0.00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{W,I}$			zł	0.00	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Energia elektryczna - produkcja mieszana	228.10	kg/rok	114.05	
2		79.83	kg/rok	0.00	
Oplaty stałe O_m			zł/m-c	0.00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0.00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}$			zł/rok	145.09	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Zasobnik ciepła 300 dm3 dwuwężownicowy	1.0	3500.00	4305.00	
2	Pompa ciepła II-go stopnia woda woda dla instalacji cwu wraz z instalacją i pompą obiegową	1.0	15000.00	18450.00	
3	Kupno i montaż instalacji solarnej z kolektorami płaskimi dla zasilania cwu	1.0	8500.00	10455.00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{W,I}$			zł	33210.00	

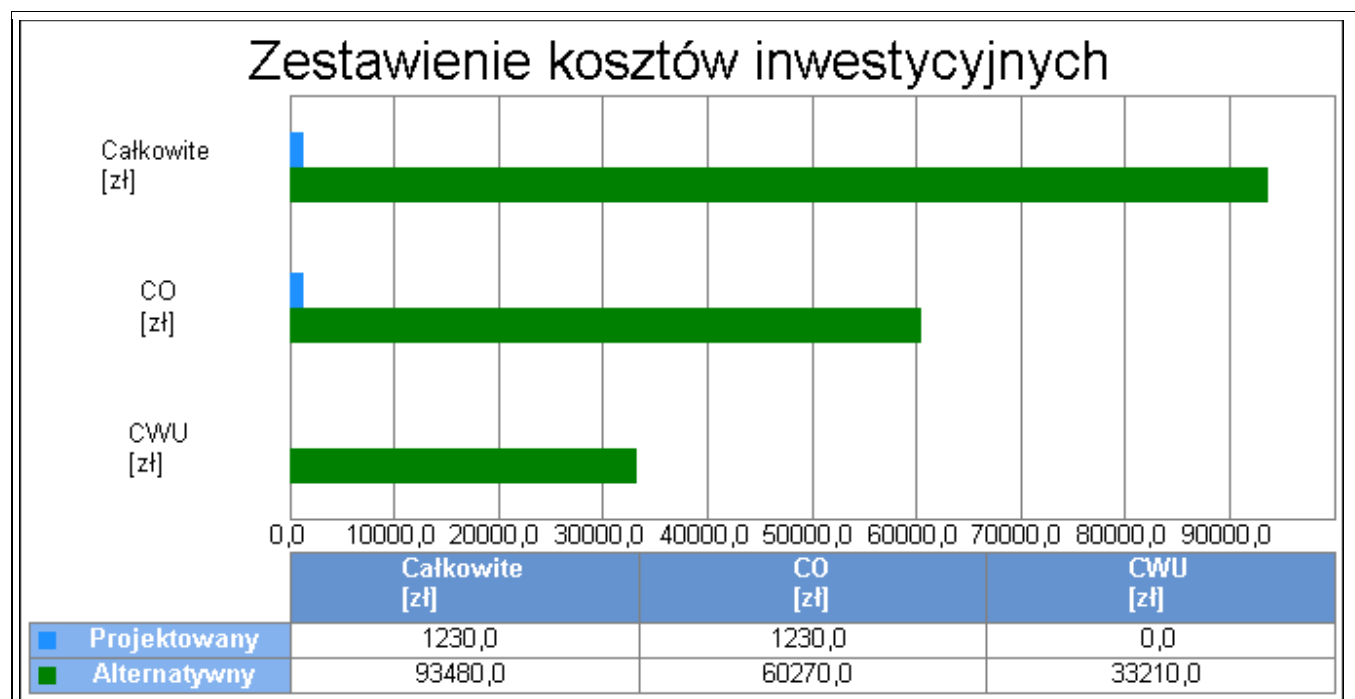


Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

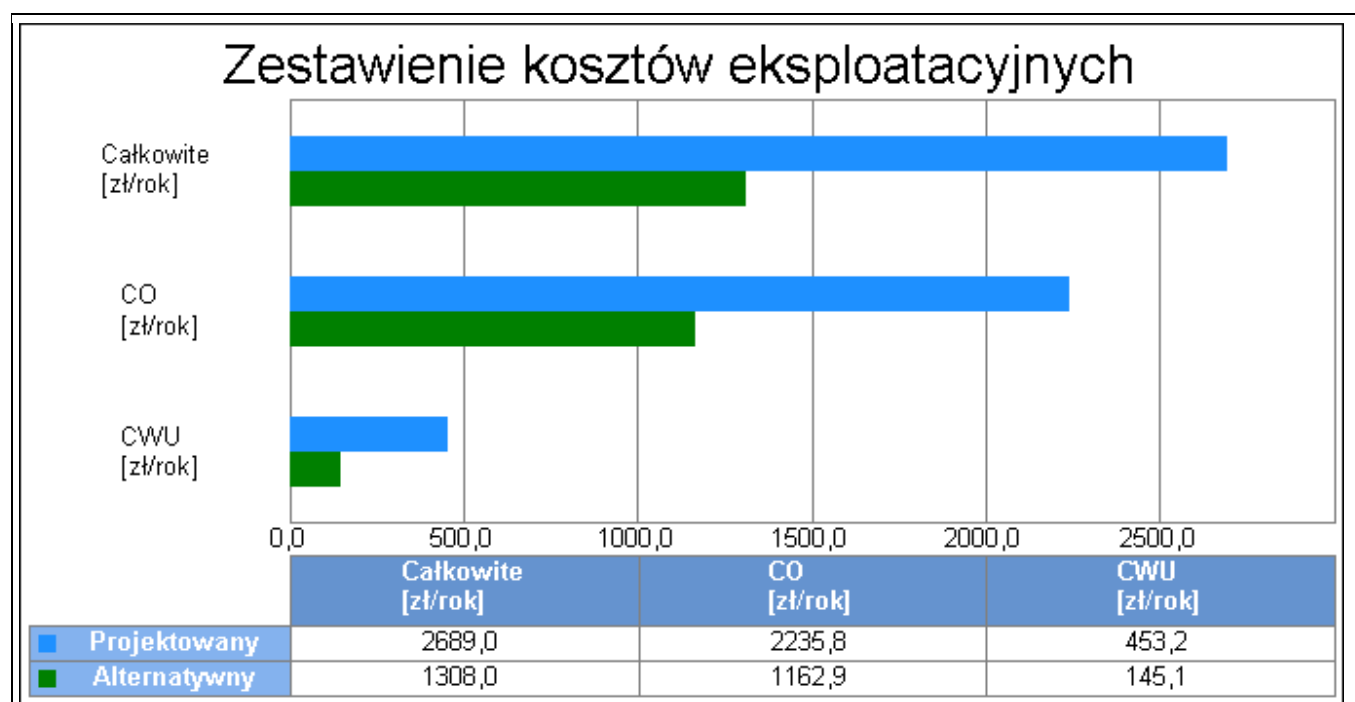


Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

12. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zapotrzebowania w energię



Wykres kosztów inwestycyjnych



Wykres kosztów eksploatacyjnych

13. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

13.1 Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok	2235.84	1162.94
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	47.99
Koszty inwestycyjne $K_{H,I}$ zł	1230.00	60270.00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	-4800.00
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m ² rok	23.10	12.01
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m ²	12.71	622.56
Roczne oszczędności kosztów ΔOr zł/rok	-	1072.90
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	55.03
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

13.2 Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok	453.15	145.09
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	67.98
Koszty inwestycyjne $K_{W,I}$ zł	0.00	33210.00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	...
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m ² rok	4.68	1.50
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m ²	0.00	343.04
Roczne oszczędności kosztów ΔOr zł/rok	-	308.06
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	107.80
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

13.5 Analiza zbiorcza opłacalności

Nazwa	Opłacalność	SPBT
System ogrzewania i wentylacji	nie	55.03
System przygotowania ciepłej wody	nie	107.80

14. Zestawienie kosztów inwestycyjno - eksploatacyjnych za okres 10.00 lat



Wykres zestawienia kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych za okres 10.00 lat

Przedział czasowy	Wariant projektowany		Wariant alternatywny	
	Koszty inwestycyjne [zł]	Koszty eksploatacyjne [zł]	Koszty inwestycyjne [zł]	Koszty eksploatacyjne [zł]
0	1230.00	-	93480.00	-
1	1230.00	5377.99	93480.00	2616.07
2	1230.00	8066.99	93480.00	3924.10
3	1230.00	10755.99	93480.00	5232.14
4	1230.00	13444.98	93480.00	6540.17
5	1230.00	16133.98	93480.00	7848.20
6	1230.00	18822.98	93480.00	9156.24
7	1230.00	21511.97	93480.00	10464.27
8	1230.00	24200.97	93480.00	11772.30
9	1230.00	26889.97	93480.00	13080.34
10	1230.00	29578.96	93480.00	14388.37