



**Analiza technicznych, środowiskowych i ekonomicznych  
możliwości realizacji wysoce wydajnych  
systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło**

**Ekonomiczna analiza optymalizacyjno-  
porównawcza**

Tytuł: Zastosowanie pompy ciepła w systemie CO i CWU oraz jako alternatywa kotła  
gazowego kondensacyjnego

Będzin, 6.02.2023



---

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: budynek żłobka

Adres budynku: Kotórz Mały, ul. Opolska 160913\_2 Turawa, obręb ewidencyjny: 0077 Kotórz Mały, dz. nr 2772/220, 2773/220, 2005/207, 1687/221

Nazwa inwestora: Gmina Turawa

Adres inwestora: ,

### 1.2. Dane geometryczne:

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Opole

Powierzchnia zabudowy  $A_z=678,25 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_t=543,91 \text{ m}^2$

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	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	12035,9

#### 2.1.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	100,0	12035,9

### 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	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	4575,1

#### 2.2.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	100,0	4575,1

## 3. Dostępne nośniki energii

TAK

## 4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

TAK

## 5. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

## 5.1 Budynek projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,60	zł/kWh	

## 5.2 Budynek z alternatywnymi źródłami energii

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	2,65	zł/m <sup>3</sup>	

## 6. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej

Lp.	Nazwa systemu	Wariant projektowany	Wariant alternatywny
1	Opis ogólny	Zastosowanie pompy ciepła w systemie CO i CWU oraz jako alternatywa kotła gazowego kondensacyjnego	Zastosowanie pompy ciepła w systemie CO i CWU oraz jako alternatywa kotła gazowego kondensacyjnego
2	System ogrzewania	<p>TAK, Źródło 'pompa ciepła powietrze-woda - instalacja podłogowa' o udziale procentowym 80,00 % na paliwo Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna o <math>wH=3,00</math>, typu Pompy ciepła powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie (<math>35/28^{\circ}C</math>) o sprawności wytwarzania <math>\eta_{H,g}=3,00</math>, Ogrzewanie wodne podłogowe w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z regulatorem dwustawnym lub proporcjonalnym P o sprawności regulacji <math>\eta_{H,e}=0,89</math>, C.o. z lokal. źródła ciepła usytuow. w ogrzew. budynku z zaizolow. przewodami, armaturą i urządzen. w przestrz. ogrzew. o sprawności przesyłu <math>\eta_{H,d}=0,96</math>, Zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach <math>70/55^{\circ}C</math> w przestrzeni ogrzewanej o sprawności akumulacji <math>\eta_{H,s}=0,93</math> Urządzenie pomocnicze Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w systemie ogrzewania o mocy elektrycznej <math>q_{el}=0,7 \text{ W/m}^2</math>, czasie działania <math>t_{el} = 4257,46893737697 \text{ h/rok}</math> i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową <math>E_{el,pom} = 1296,78076064808 \text{ kWh/rok}</math>. Urządzenie pomocnicze Wentylator w centrali nawiewno-wywiejnej, krotność wymiany powietrza powyżej <math>0,6 \text{ 1/h}</math> o mocy elektrycznej <math>q_{el}=1,3 \text{ W/m}^2</math>, czasie działania <math>t_{el} = 1752 \text{ h/rok}</math> i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową <math>E_{el,pom} = 991,0475328 \text{ kWh/rok}</math>. Źródło 'pompa ciepła powietrze-woda - instalacja grzejnikowa' o udziale procentowym 20,00 % na paliwo Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna o <math>wH=3,00</math>, typu Pompy ciepła powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie (<math>35/28^{\circ}C</math>) o sprawności wytwarzania <math>\eta_{H,g}=3,00</math>, Ogrzewanie wodne z grzejn. członow. lub płytowymi w przyp. regul. central. i miejsc. z zaworem termostat. Pl... o sprawności regulacji <math>\eta_{H,e}=0,93</math>, C.o. z lokal. źródła ciepła usytuow. w ogrzew. budynku z zaizolow. przewodami, armaturą i urządzen. w przestrz. ogrzew. o sprawności przesyłu <math>\eta_{H,d}=0,96</math>, Zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach <math>55/45^{\circ}C</math> w przestrzeni ogrzewanej o sprawności akumulacji <math>\eta_{H,s}=0,95</math> Urządzenie pomocnicze Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w systemie ogrzewania o mocy elektrycznej <math>q_{el}=0,7 \text{ W/m}^2</math>, czasie działania <math>t_{el} = 4257,46893737697 \text{ h/rok}</math> i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową <math>E_{el,pom} = 324,195190162019 \text{ kWh/rok}</math>. Urządzenie pomocnicze Wentylator w centrali nawiewno-wywiejnej, krotność wymiany powietrza powyżej <math>0,6 \text{ 1/h}</math> o mocy elektrycznej <math>q_{el}=1,3 \text{ W/m}^2</math>, czasie działania <math>t_{el} = 1752 \text{ h/rok}</math> i rocznym</p>	<p>TAK, Źródło o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny, typu Kotły gazowe kondensacyjne (<math>70/55^{\circ}C</math>) o mocy nominalnej powyżej 50 do 120 kW o sprawności wytwarzania <math>\eta_{H,g}=0,92</math>, Ogrzewanie wodne podłogowe w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z regulatorem dwustawnym lub proporcjonalnym P o sprawności regulacji <math>\eta_{H,e}=0,89</math>, C.o. z lokal. źródła ciepła usytuow. w ogrzew. budynku z zaizolow. przewodami, armaturą i urządzen. w przestrz. ogrzew. o sprawności przesyłu <math>\eta_{H,d}=0,96</math>, Zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach <math>70/55^{\circ}C</math> w przestrzeni ogrzewanej o sprawności akumulacji <math>\eta_{H,s}=0,93</math>.</p>

		zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 247,7618832$ kWh/rok.	
3	System wentylacji	TAK; wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo o strumieniach powietrza $V_{ve1}=1847,93$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve2}=65,70$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve3}=0,00$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve4}=328,52$ m <sup>3</sup> /h.	TAK; wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo o strumieniach powietrza $V_{ve1}=1847,93$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve2}=65,70$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve3}=0,00$ m <sup>3</sup> /h, $V_{ve4}=328,52$ m <sup>3</sup> /h.
4	System ciepłej wody	TAK, Źródło 'pompa ciepła powietrze-woda' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna o $wW=3,00$ , typu Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie o sprawności wytwarzania $\eta_{W,g}=2,60$ , Centr. podgrz. wody — sys. z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem pracy, z pionami instalacyjnymi i przew. rozprowadzającymi izolowanymi o sprawności przesyłu $\eta_{W,d}=0,80$ , Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r. o sprawności akumulacji $\eta_{W,s}=0,85$ Urządzenie pomocnicze Pompy cyrkulacyjne w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej o pracy przerywanej do 8 godzin na dobę w budynku o powierzchni $A_f$ powyżej 250 m <sup>2</sup> o mocy elektrycznej $q_{el}=0,04$ W/m <sup>2</sup> , czasie działania $t_{el} = 5840$ h/rok i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 127,057376$ kWh/rok.	TAK, Źródło o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny, typu Kotły kondensacyjne, opalane gazem ziemnym lub olejem opałowym lekkim, o mocy powyżej 50 kW o sprawności wytwarzania $\eta_{W,g}=0,88$ , Centr. podgrz. wody — sys. z obiegami cyrkulacyjnymi z pionami instalacyjnymi i przew. rozprowadzającymi izolowanymi o sprawności przesyłu $\eta_{W,d}=0,70$ , Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r. o sprawności akumulacji $\eta_{W,s}=0,85$ .

## 7. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

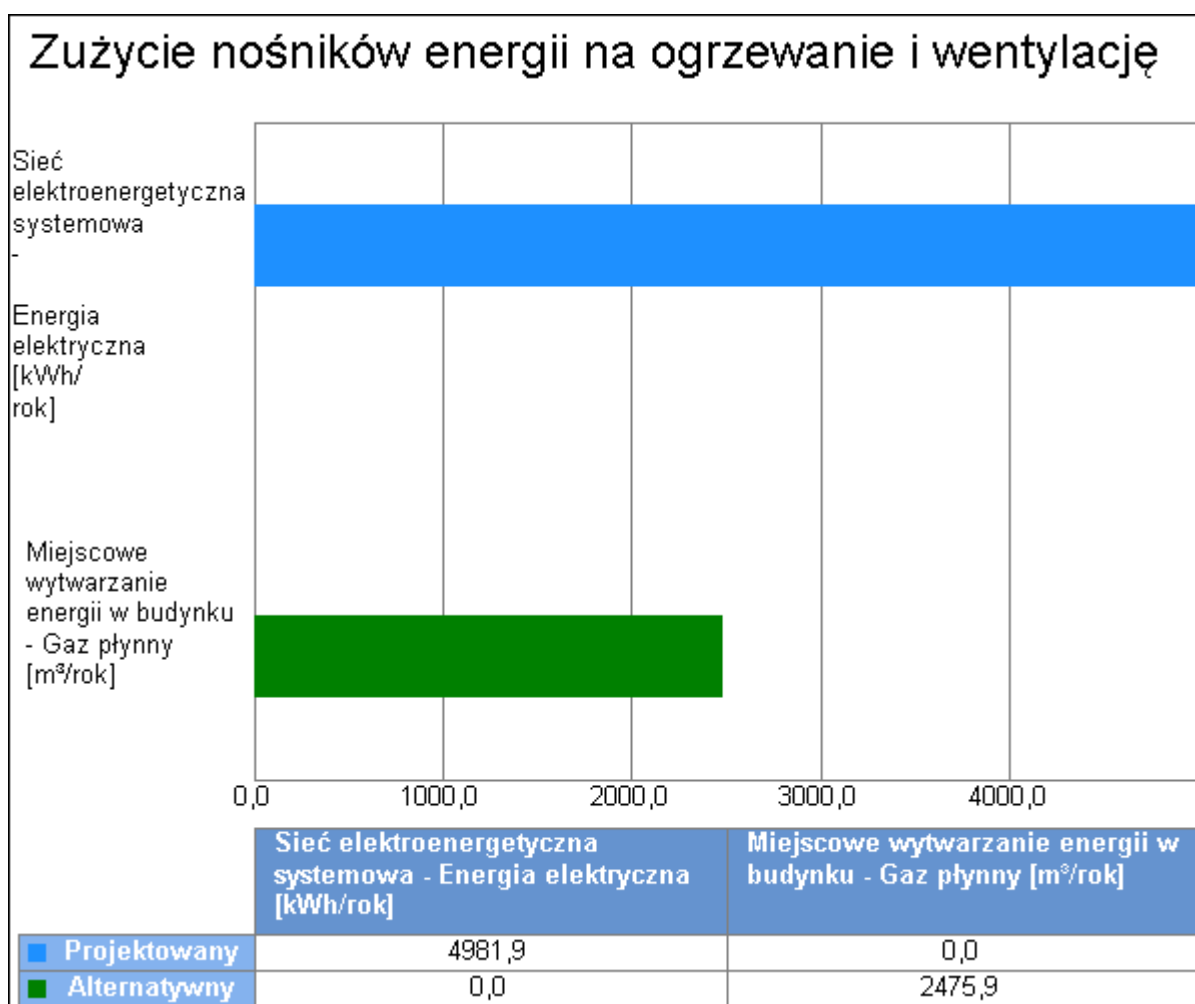
### 7.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	2,42	1,00	kWh/kWh	4981,9	4981,9	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.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	100,0	0,73	6,65	kWh/m <sup>3</sup>	16464,5	2475,9	m <sup>3</sup> /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

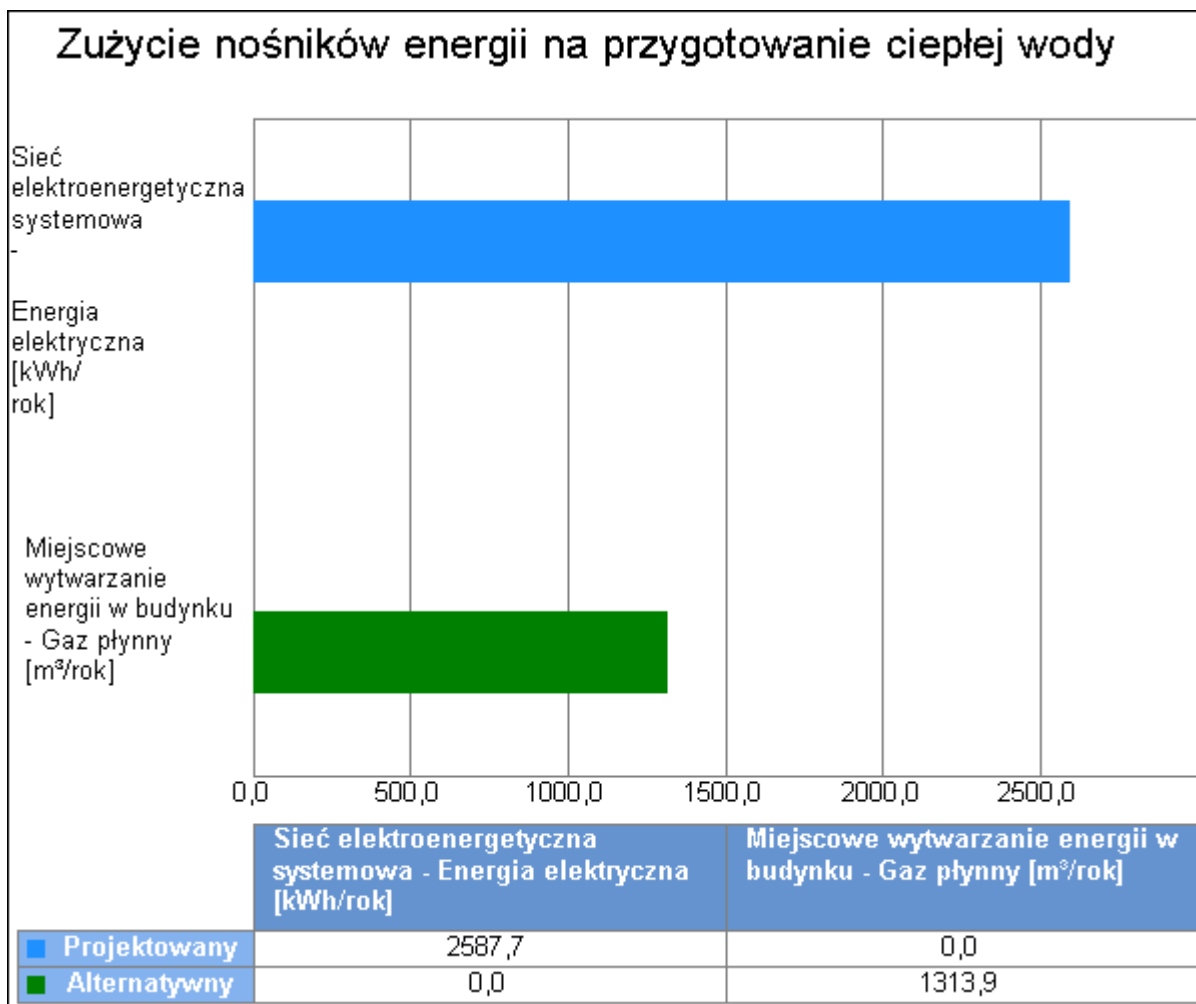
### 8.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{w,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	1,77	1,00	kWh/kWh	2587,7	2587,7	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.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	100,0	0,52	6,65	kWh/m <sup>3</sup>	8737,7	1313,9	m <sup>3</sup> /rok

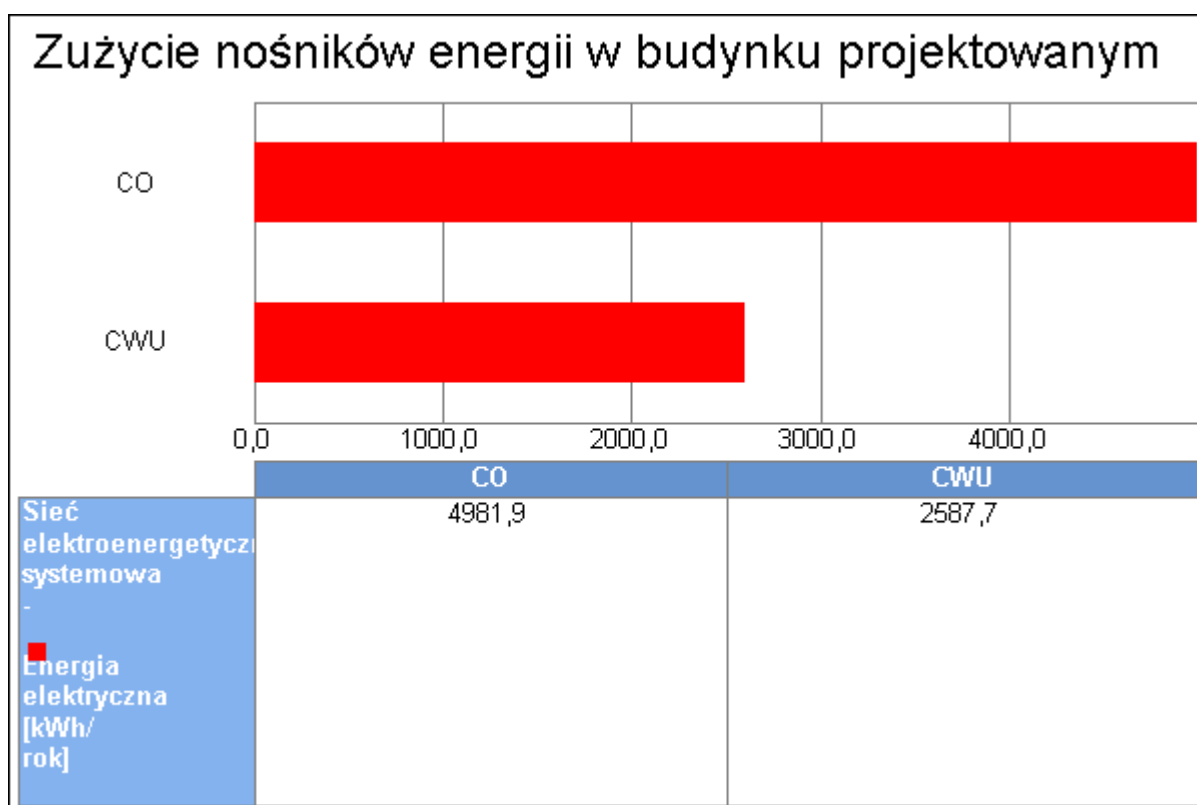
## 8.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego



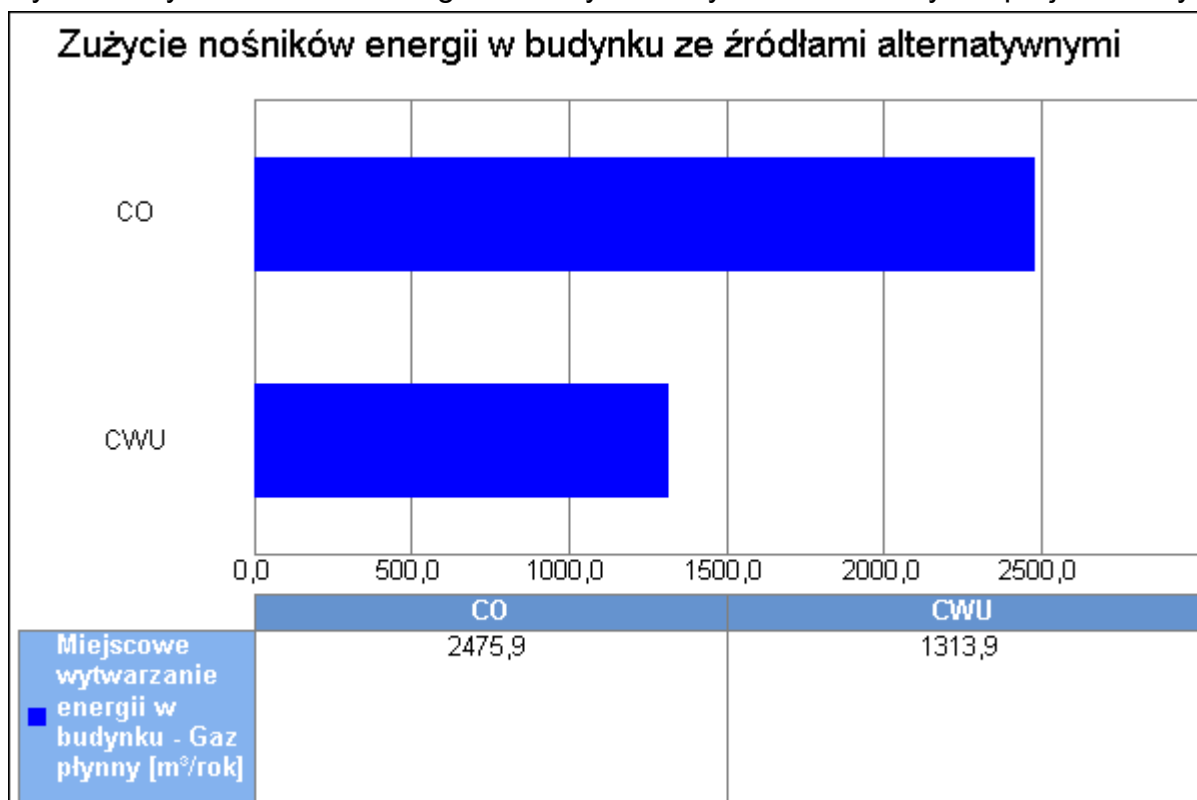
Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu przygotowania ciepłej wody

## 9. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii

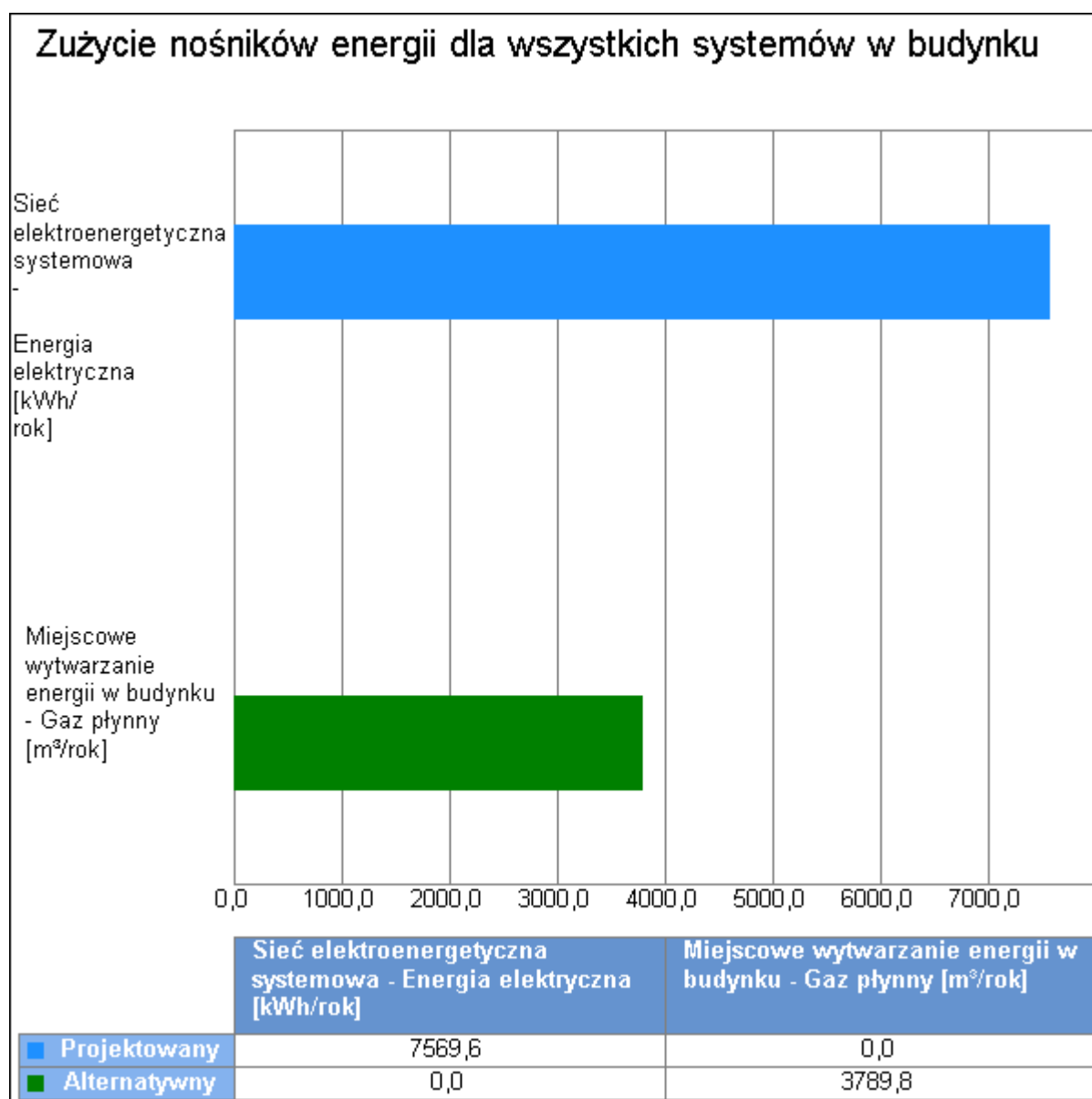




Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku projektowanym



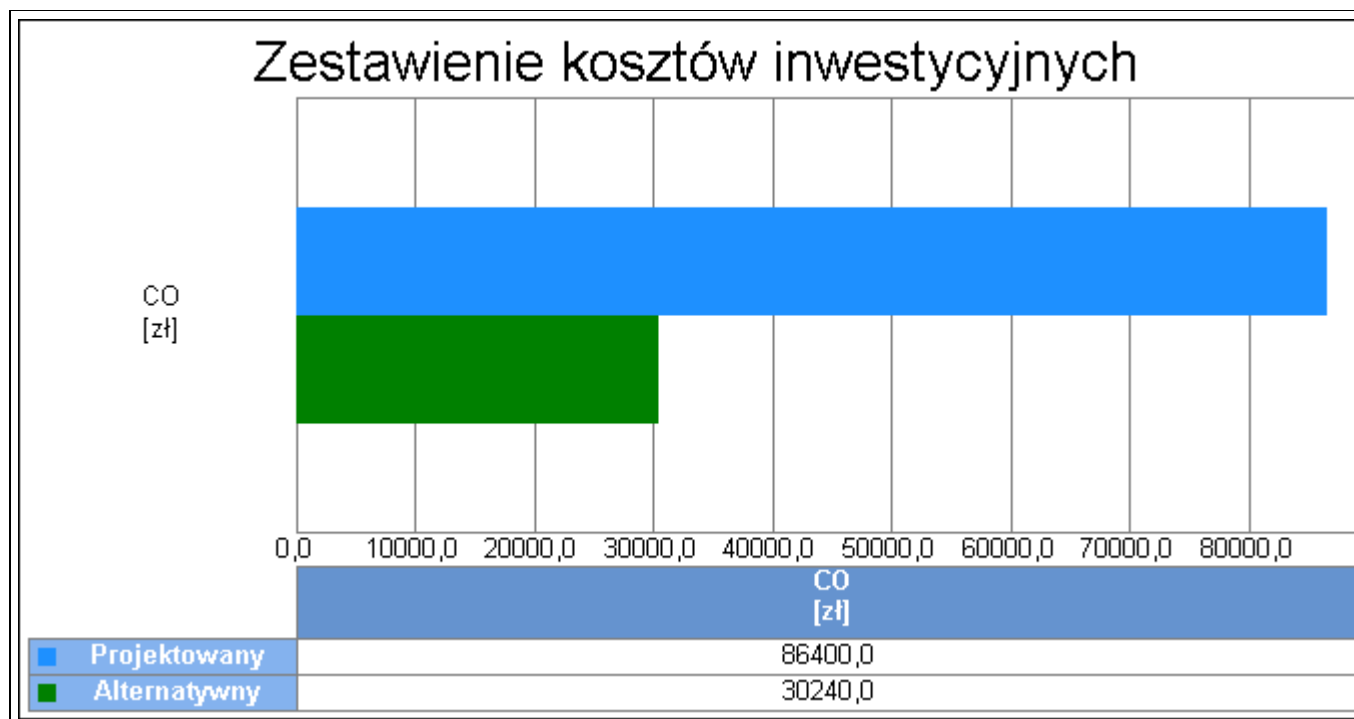
Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku ze źródłami alternatywnymi



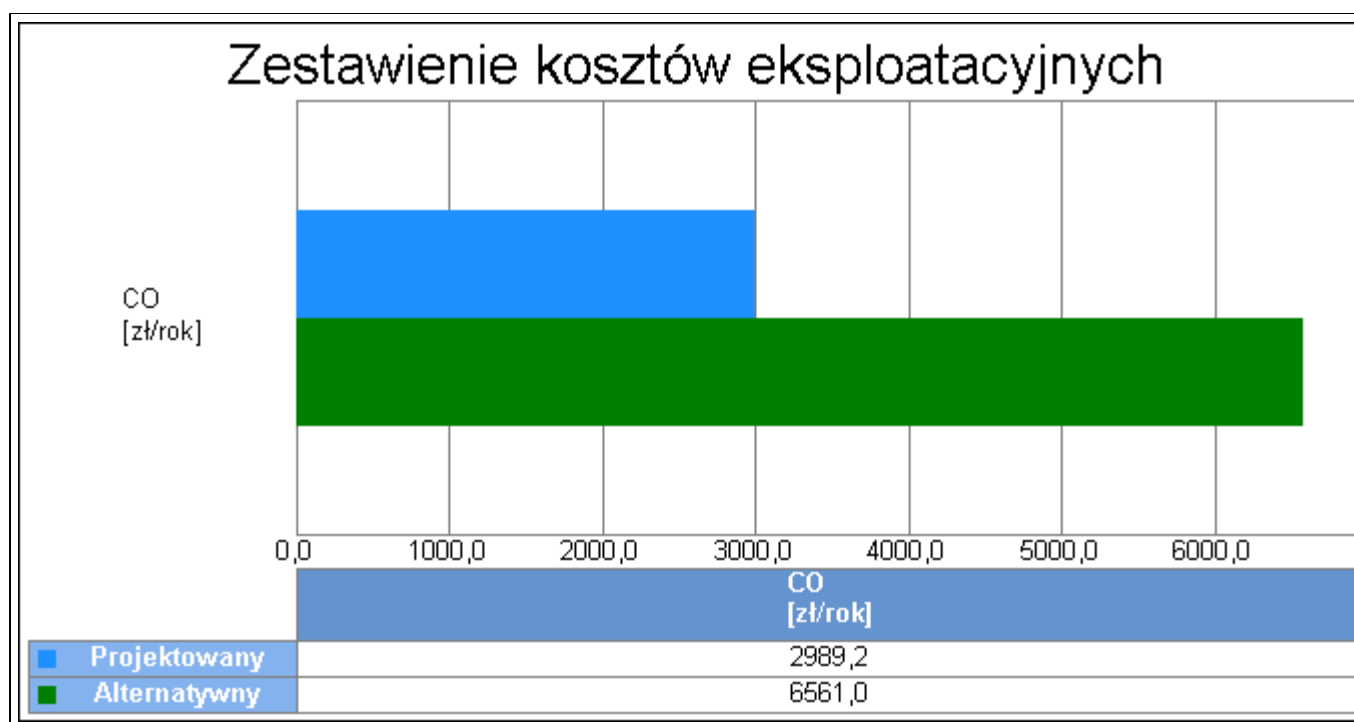
Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku

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

Budynek projektowany					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	4981,94	kWh/rok	2989,16	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	0,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}$			<b>zł/rok</b>	<b>2989,16</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	montaż pompy ciepła powietrze-woda	1,0	80000,00	86400,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne <math>K_{H,I}</math></b>			<b>zł</b>	<b>86400,00</b>	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	2475,86	m <sup>3</sup> /rok	6561,04	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	0,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}$			<b>zł/rok</b>	<b>6561,04</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	montaż kotła gazowego kondensacyjnego	1,0	28000,00	30240,00	montaż kotła gazowego kondensacyjnego
<b>Całkowite koszty inwestycyjne <math>K_{H,I}</math></b>			<b>zł</b>	<b>30240,00</b>	



Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

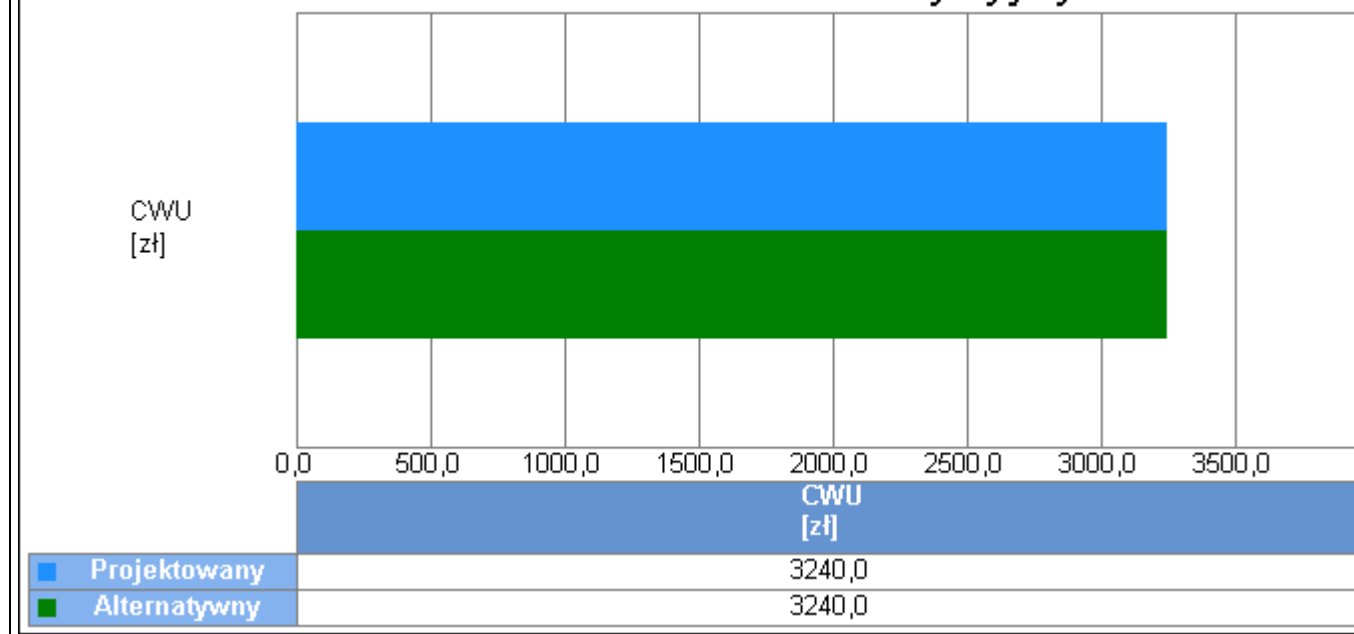


Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

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

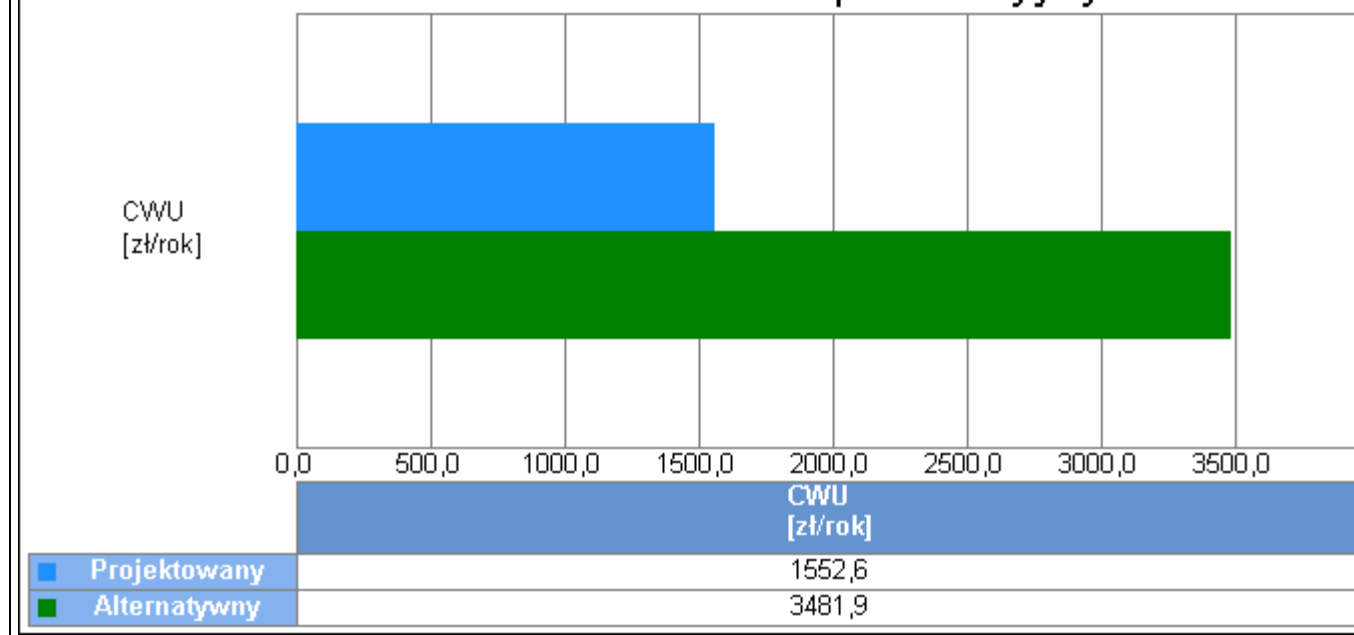
Budynek projektowany					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	2587,70	kWh/rok	1552,62	
	Oplaty stałe $O_m$		zł/m-c	0,00	...
	Abonament $Ab$		zł/m-c	0,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{w,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.}$			zł/rok	1552,62	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	montaż zasobnika CWU	1,0	3000,00	3240,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{w,I}$			zł	3240,00	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny	1313,94	m³/rok	3481,94	
	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	3481,94	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	montaż zasobnika CWU	1,0	3000,00	3240,00	montaż zasobnika CWU
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{w,I}$			zł	3240,00	

## Zestawienie kosztów inwestycyjnych



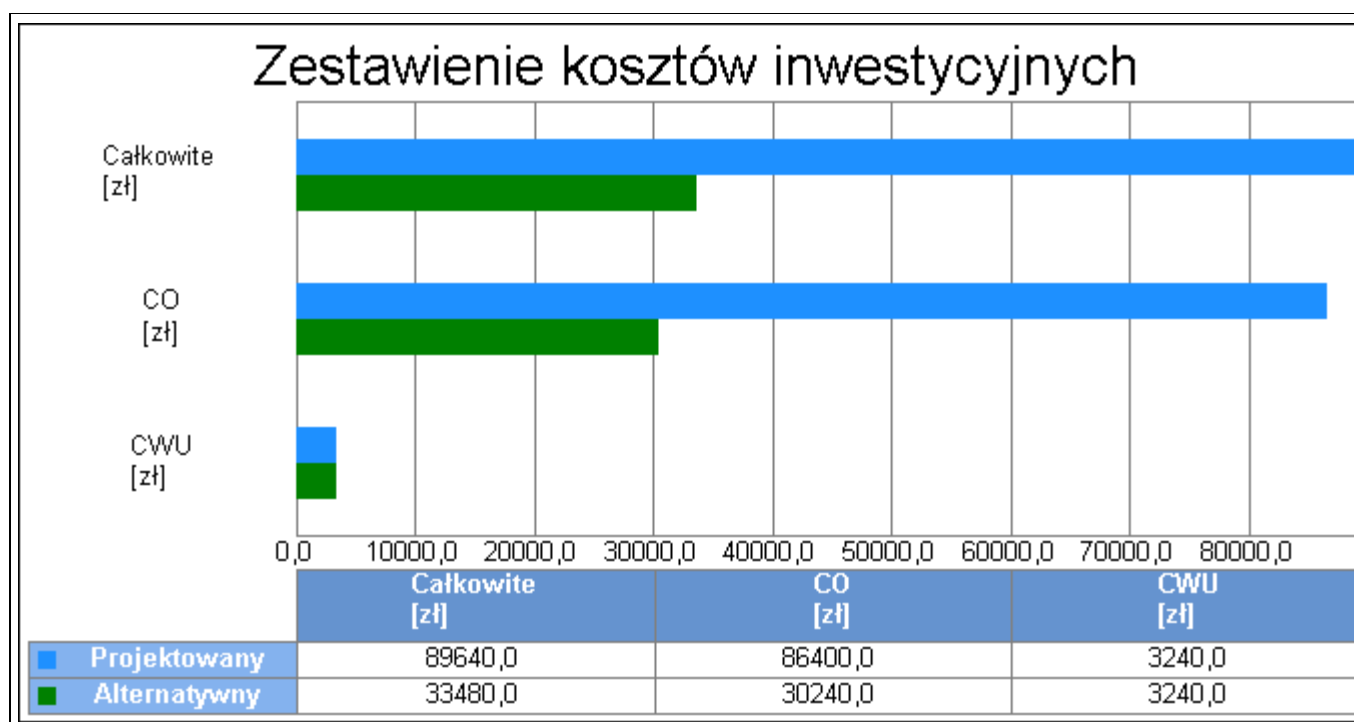
Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

## Zestawienie kosztów eksploatacyjnych

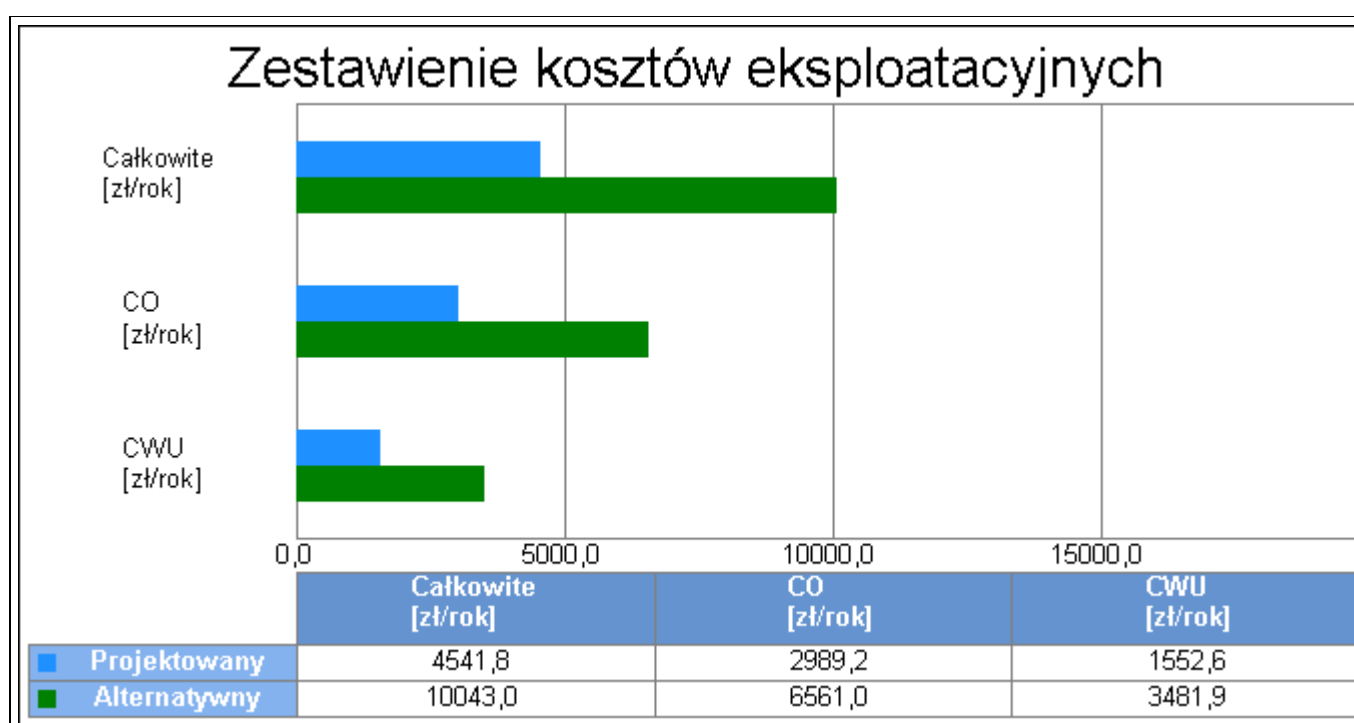


Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

## 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	2989,16	6561,04
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	-119,49
Koszty inwestycyjne $K_{H,I}$ zł	86400,00	30240,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	65,00
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	5,50	12,06
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	158,85	55,60
Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok	-	-3571,87
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	15,72
<b>WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym i korzystne pod względem inwestycyjnym</b>		

#### 13.2 Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

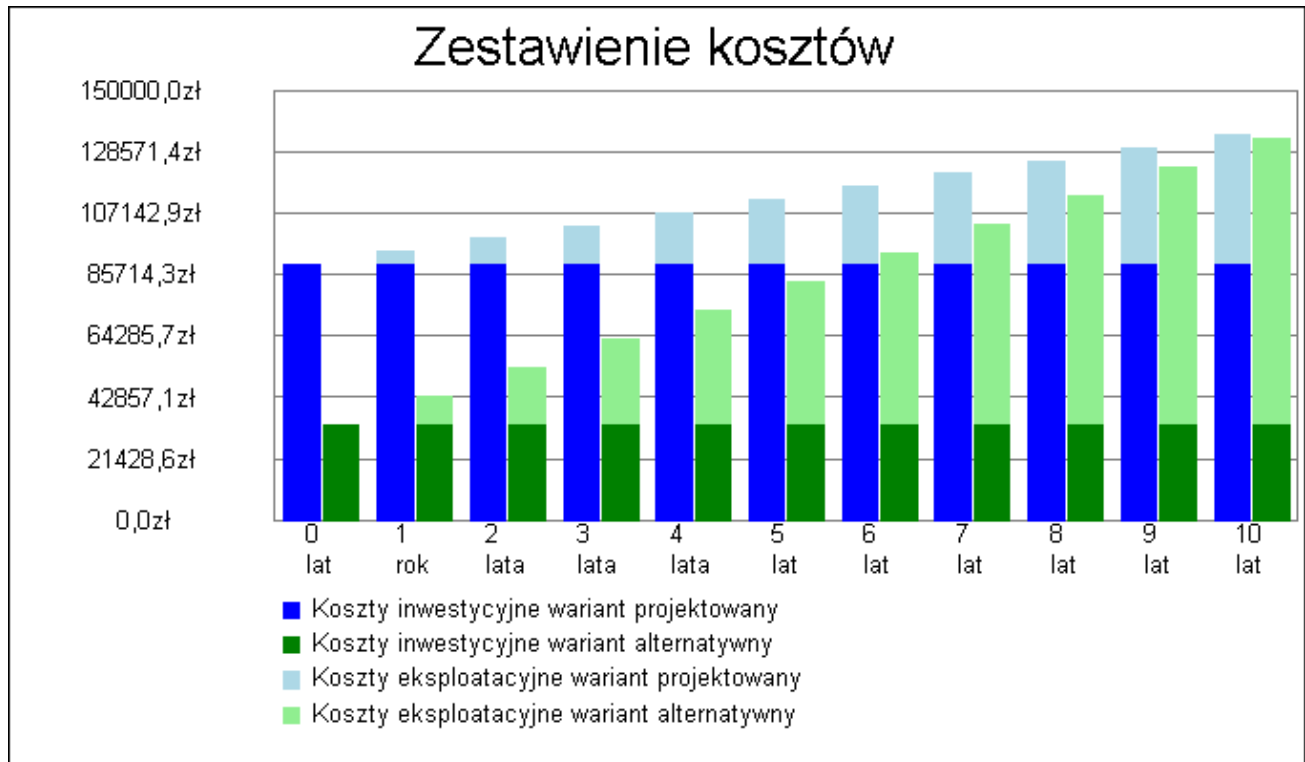
Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok	1552,62	3481,94
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	-124,26
Koszty inwestycyjne $K_{W,I}$ zł	3240,00	3240,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	0,00
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	2,85	6,40
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	5,96	5,96
Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok	-	-1929,32
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	0,00
<b>WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym</b>		

#### 13.5 Analiza zbiorcza opłacalności

Nazwa	Opłacalność	SPBT
System ogrzewania i wentylacji	nie	15,72
System przygotowania ciepłej wody	nie	0,00



## 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	89640,00	-	33480,00	-
1	89640,00	4541,78	33480,00	10042,98
2	89640,00	9083,57	33480,00	20085,95
3	89640,00	13625,35	33480,00	30128,93
4	89640,00	18167,14	33480,00	40171,90
5	89640,00	22708,92	33480,00	50214,88
6	89640,00	27250,70	33480,00	60257,86
7	89640,00	31792,49	33480,00	70300,83
8	89640,00	36334,27	33480,00	80343,81
9	89640,00	40876,06	33480,00	90386,78
10	89640,00	45417,84	33480,00	100429,76