

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

## BUDYNEK 1

1. Do obliczeń porównawczo-ekonomicznych, przyjęto dwa systemy ogrzewania i przygotowania cwu

- konwencjonalny kocioł gazowy kondensacyjny
- alternatywny ogrzewanie-powietrzna pompa ciepła i elektryczne grzejniki konwektorowe, przygotowanie cwu- elektryczne ogrzewacze pojemnościowe-częściowo energia elektryczna z paneli PV

2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

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

2.1.1. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	Q <sub>H,nd</sub> [kWh/rok]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	49,0	8533,1
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	51,0	8881,4

2.1.2. System konwencjonalny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	Q <sub>H,nd</sub> [kWh/rok]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	17414,5

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

2.2.1. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	Q <sub>W,nd</sub> [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	35,0	6494,1
2	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	65,0	12060,5

2.2.2. System konwencjonalny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	Q <sub>W,nd</sub> [kWh/rok]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	18554,6

3. Dostępne nośniki energii

.gaz LPG, gaz ziemny, olej opałowy, bio masa, węgiel kamienny, energia słoneczna, energia wiatrowa

4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

.brak

5. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej

Lp.	Nazwa systemu	Wariant alternatywny	Wariant konwencjonalny
1	Opis ogólny	alternatywnym sposobem ogrzewania są powietrzne pompy ciepła, przygotowania cwu-elektryczne ogrzewacze pojemnościowe-energia elektryczna w 55% pokrywana z paneli fotowoltaicznychPV	konwencjonalny system ogrzewania pozyskuje ciepło z kotła gazowego kondensacyjnego, przygotowania cwu kocioł gazowy kondensacyjny

6. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

6.1. System alternatywny

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H <sub>u</sub>	Jedn.	Q <sub>K,H</sub> [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	49,0	3,65	1,00	kWh/kWh	2336,2	2336,2	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	51,0	3,26	1,00	kWh/kWh	2721,9	2721,9	kWh/rok

## 6.2. System konwencjonalny

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	0,78	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	22406,3	2247,4	m <sup>3</sup> /rok

## 7. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 7.1. System alternatywny

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	35,0	0,69	1,00	kWh/kWh	9395,4	9395,4	kWh/rok
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	65,0	0,65	1,00	kWh/kWh	18475,0	18475,0	kWh/rok

### 7.2. System konwencjonalny

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	0,60	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	31007,1	3110,0	m <sup>3</sup> /rok

## 8. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

Informacje uzupełniające...

### 8.1. System alternatywny

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	0,812000	0,001500	0,000003	0,000000
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

### 8.2. System konwencjonalny

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m <sup>3</sup>	0,000120	1280,000000	360,000000	1964000,000 000	15,000000	0,000000	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6·m <sup>3</sup>	0,000120	1280,000000	360,000000	1964000,000 000	15,000000	0,000000	0,000000

## 9. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

### 9.1. System alternatywny

System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	24,7692	6,2604	1,8781	2210,1764	4,0828	0,0073	0,0001
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	85,4984	21,6095	6,4828	7629,0862	14,0931	0,0254	0,0005
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	110,2676	27,8698	8,3609	9839,2625	18,1760	0,0327	0,0007

### 9.2. System konwencjonalny

System	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0000	2,8766	0,8091	4413,8328	0,0337	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	3,9808	1,1196	6108,1109	0,0467	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku	Jedn.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	0,0000	6,8575	1,9287	10521,9437	0,0804	0,0000	0,0000

## 10. Bezpośredni efekt ekologiczny

### 10.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	System z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	System konwencjonalny [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO <sub>2</sub>	110,267597	0,000001	110,267597	100,00
NO <sub>x</sub>	27,869832	6,857479	21,012354	75,39
CO	8,360950	1,928666	6,432284	76,93
CO <sub>2</sub>	9839,262518	10521,943707	-682,681189	-6,94
PYŁ	18,175978	0,080361	18,095616	99,56
SADZA	0,032717	0,000000	0,032717	100,00
B-a-P	0,000654	0,000000	0,000654	100,00

## 11. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

### 11.1. Obliczenia współczynników toksyczności

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu(Dz.U. nr 87/2010 poz.16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

### 11.2. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - System z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja - System konwencjonalny [kg/rok]	Emisja równoważna - System z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna System konwencjonalny - [kg/rok]
SO <sub>2</sub>	1,00	110,267597	0,000001	110,267597	0,000001
NO <sub>x</sub>	0,50	27,869832	6,857479	13,934916	3,428739
PYŁ	0,50	18,175978	0,080361	9,087989	0,040181
SADZA	2,50	0,032717	0,000000	0,081792	0,000000
B-a-P	20000,00	0,000654	0,000000	13,086704	0,000000
Łączna emisja równoważna				146,458998	3,468920

### 11.3. Wybór systemu

Na podstawie powyższej analizy środowiskowej wariantem optymalnym jest wariant konwencjonalny. Efekt środowiskowy wyrażony w emisji równoważnej jest o 97,6% ( 142,99 kg/rok) korzystniejszym niż wariant alternatywny.

12. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

#### 12.1 Wariant alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	0,00	zł/kWh	
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	0,60	zł/kWh	

#### 12.2 System konwencjonalny

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	3,60	zł/m <sup>3</sup>	

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

System alternatywny					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	2336,20	kWh/rok	0,00	
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	2721,89	kWh/rok	1633,14	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	200,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.} =$			zł/rok	4033,14	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	powietrzna pompa ciepła	2,0	41400,00	101844,00	
2	bufor ciepła	1,0	3500,00	4305,00	
3	panele PV	24,0	1200,00	35424,00	
Całkowite koszty inwestycyjne K <sub>H,I</sub> =			zł	141573,00	

System konwencjonalny					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	2247,37	m <sup>3</sup> /rok	8090,53	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	150,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$			<b>zł/rok</b>	<b>9890,53</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	kocioł gazowy kondensacyjny	2,0	15000,00	36900,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne K<sub>H,I</sub>=</b>			<b>zł</b>	<b>36900,00</b>	

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

System alternatywny					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	9395,43	kWh/rok	5637,26	
2	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	18475,04	kWh/rok	0,00	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	100,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$			<b>zł/rok</b>	<b>6837,26</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	elektryczne ogrzewacze pojemnościowe	11,0	1400,00	18942,00	
2	panele PV	25,0	1200,00	36900,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne K<sub>W,I</sub>=</b>			<b>zł</b>	<b>55842,00</b>	
System konwencjonalny					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj paliwa	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	3110,04	m <sup>3</sup> /rok	11196,13	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	100,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$			<b>zł/rok</b>	<b>12396,13</b>	

Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	kocioł gazowy kondensacyjny	1,0	15000,00	18450,00	
2	zasobnik cwu	1,0	5000,00	6150,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{w,i} =$			zł	24600,00	

15. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

15.1 Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

Nazwa	Alternatywny	Konwencjonalnych
Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok	4033,14	9890,53
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	-145,23
Koszty inwestycyjne $K_{H,i}$ zł	141573,00	36900,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	73,94
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	5,98	14,67
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	210,04	54,75
Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok	-	-5857,39
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	17,87
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł konwencjonalnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym i korzystne pod względem inwestycyjnym		

15.2 Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

Nazwa	Alternatywny	Konwencjonalnych
Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok	6837,26	12396,13
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	-81,30
Koszty inwestycyjne $K_{W,i}$ zł	55842,00	24600,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	55,95
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	10,14	18,39
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	82,85	36,50
Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok	-	-5558,87
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	5,62
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł konwencjonalnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym i korzystne pod względem inwestycyjnym		

### 15.3 Wniosek z opracowania

Zbiornicza analiza opłacalności wykazuje, że system konwencjonalny zaopatrzenia w energię nie jest opłacalny pod względem eksploatacyjnym. Stanowi to podstawę do przyjęcia wniosku, że alternatywny system zaopatrzenia w energię jest opłacalny pod względem ekonomicznym i spełnia warunek  $EP < E_{pmax}$  dla WT2021, więc taki system zostanie uwzględniony w projekcie

sporządziła;  
mgr inż. Wanda Dziedzic-Paprocka