

## 10. Charakterystyka energetyczna i analiza alternatywnych źródeł energii

### PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA I ANALIZA ALTERNATYWNYCH ŹRÓDŁE ENERGII - BUDYNEK NR 3

Tabela zbiorcza przegród budowlanych użytych w projekcie

Parametry przegród nieprzezroczystych budowlanych					
I. Przegrody ściany zewnętrzne					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	0,23	0,23	Tak
II. Przegrody dach					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Dach	D 1	0,18	0,18	Tak
III. Przegrody podłogi na gruncie					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Podłoga na gruncie	PG 1	0,30	0,30	Tak
IV. Przegrody drzwi zewnętrzne					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	1,50	1,50	Tak

#### Parametry przegród przezroczystych

V. Okna zewnętrzne								
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $g$	Wsp. $U$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $g$ wg WT 2014	Warunek spełniony	
							$U_{max}$	$g$
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	1,10	0,70	1,10	0,35	Tak	Nie dotyczy

Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepło  $Q_{H,nd}$  dla każdej strefy

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O1													
Temperatura wewnętrzna strefy										$\theta_i$	20,0	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze										$A_f$	256,3	m <sup>2</sup>	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi										$q_{int}$	8,0	W/m <sup>2</sup>	
Pojemność cieplna budynku										$C_m$	42289500	J/K	
Stała czasowa budynku										$\tau$	39,8	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła										$\gamma_{H,lim}$	1,3	-	
-										$a_H$	3,7	-	
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c													
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Średnia temperatura zewnętrzna $\theta_e$ , °C	-3,7	-0,8	4,4	8,0	14,9	15,7	18,0	17,1	13,2	8,8	3,4	-1,4	

Liczba godzin w miesiącu $t_m$ , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	3639	2885	2396	1783	783	639	307	445	1011	1720	2467	3286
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,zy}) \cdot t_m$ kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,th}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	3639	2885	2396	1783	783	639	307	445	1011	1720	2467	3286
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia $Q_{sol}$ , kWh/m-c	512	761	1377	2198	2917	2776	2997	2403	1721	1153	620	486
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	1525	1378	1525	1476	1525	1476	1525	1525	1476	1525	1476	1525
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	2037	2139	2903	3675	4442	4253	4523	3929	3198	2679	2096	2012
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,39	0,52	0,85	1,44	3,97	4,66	10,30	6,17	2,21	1,09	0,59	0,43
$\gamma_{H,1}$	0,41	0,46	0,68	1,14	2,71	0,00	0,00	0,00	1,65	0,84	0,51	0,41
$\gamma_{H,2}$	0,46	0,68	1,14	2,71	4,31	0,00	0,00	0,00	4,19	1,65	0,84	0,51
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	0,98	0,95	0,84	0,63	0,25	0,21	0,10	0,16	0,44	0,75	0,93	0,97
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	3204,5 6	2081,8 6	971,38	250,63	5,44	2,59	0,08	0,69	44,44	448,31	1568,7 1	2737,6 9
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$ , kWh/rok											11316,4	

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	$A_f$	V	$\theta_i$	Zapotrzebowanie na ciepło $Q_{H,nd}$
	-	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	°C	kWh/rok
1	Strefa O1	256,30	735,58	20,0	11316,37
Całkowite zapotrzebowanie strefy $\Sigma Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					11316,37

Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepłą wodę  $Q_{W,nd}$

Obliczenia instalacja ciepłej wody użytkowej		
Część budynku		
Ciepło właściwe wody, $c_w$	4,19	kJ/(kg•K)
Gęstość wody, $\rho_w$	1000	kg/m <sup>3</sup>
Temperatura ciepłej wody, $\theta_w$	55	°C
Temperatura zimnej wody, $\theta_o$	10	°C
Współczynnik korekcyjny, $k_R$	0,90	-
Powierzchnia o regulowanej temperaturze, $A_f$	256,30	m <sup>2</sup>
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, $V_w$	1,60	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> •dzień)
Roczna energia użytkowa do przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	7055,50	kWh/rok

Tabela zbiorcza sprawności systemu ogrzewania i wentylacji

Energia użytkowa $Q_{H,nd}$	11316,37	
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55oC) o mocy nominalnej do 50kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,91	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,82	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,96	-
Wybrany wariant akumulacji	System ogrzewania bez zasobnika ciepła	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,72	
Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,H\%}$	0,00	kWh/rok
Energia użytkowa $Q_{H,nd}$	11316,37	
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55oC) o mocy nominalnej do 50kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,91	
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,82	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	

**Tabela zbiorcza sprawności systemu przygotowania ciepłej wody**

Nazwa źródła	Nowe źródło ciepłej wody	
Nr źródła	1	-
Udział procentowy	100,00	%
Rodzaj nośnika energii	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	
Współczynnik $W_W$	1,10	-
Współczynnik $W_{el}$	3,00	-
Energia użytkowa $Q_{W,nd}$	7055,50	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły kondensacyjne, opalane gazem ziemnym lub olejem opałowym lekkim, o mocy do 50 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,85	-
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe podgrzewanie wody, system bez obiegów cyrkulacyjnych	
Rodzaj przesyłu ciepłej wody	Podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,85	-

Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r.	
Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	0,85	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i tego nośnika $\eta_{w,tot}$	0,58	-
Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,W\%}$	0,00	kWh/rok

**Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej**

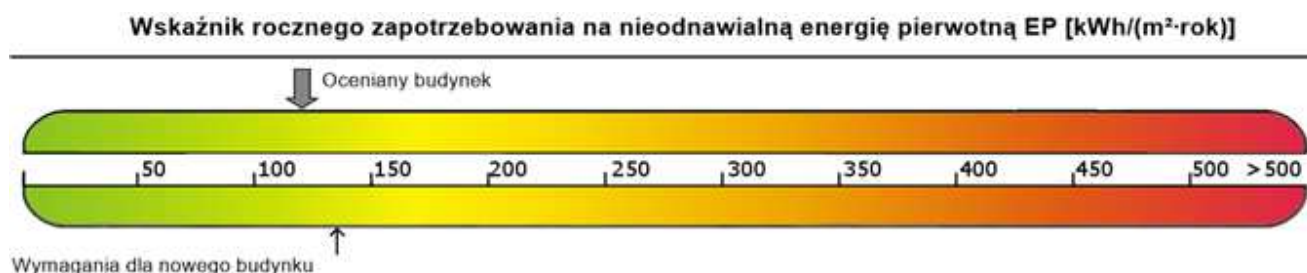
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,H}$ kWh/rok	$Q_{K,H}$ kWh/rok	$Q_{P,H}$ kWh/rok
1	Nowe źródło ogrzewania	11316,37	15797,22	17376,94
Suma		11316,37	11316,37	15797,22
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	$Q_{U,W}$ kWh/rok	$Q_{K,W}$ kWh/rok	$Q_{P,W}$ kWh/rok
1	Nowe źródło ciepłej wody	7055,5	12206,75	13427,43
Suma		7055,50	12206,75	13427,43
Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}) / A_t$			71,68	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+E_{el,pom}) / A_t$			10,26	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Zestawienie energii pierwotnej $Q_P=Q_{P,H}+Q_{P,W}$			30804,37	kWh/rok
Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_P/A_t$			120,19	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
<b>Budynek referencyjny wg WT 2014</b>				

**Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej**

Powierzchnia użytkowa ogrzewanego budynku	$A_t$	256,30	m <sup>2</sup>
Częstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej	$EP_{H+W}$	85,00	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia	$EP_{max}$	135,00	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)

Sprawdzenie warunku na EP			
EP kWh/(m <sup>2</sup> •rok)		$EP_{max}$ kWh/(m <sup>2</sup> •rok)	Uwagi
120,19	<	135,00	Warunek spełniony

## Sprawdzenie warunków granicznych wg WT 2014



Nazwa	Spełniony	Niespełniony	Uwagi
Warunek izolacyjności cieplnej przegród	Tak		
Warunek powierzchni okien	Tak		
Warunek $EP < EP_{max}$	Tak		
Warunek powierzchniowej kondensacji pary wodnej	Tak		

## Analiza środowiskowo-ekonomiczna

### Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu ogrzewania i wentylacji

System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejskowe wytwarzanie energii W budynku - Gaz ziemny	100,0	11316,4

System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	11316,4

Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu przygotowania ciepłej wody

System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	100,0	7055,5

System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	3527,8
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	3527,8

### Dostępne nośniki energii

Energia elektryczna, gaz, paliwa stałe, ciekłe i gazowe, odnawialne źródła energii.

### Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Tak

### Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej

Lp.	Nazwa systemu	Wariant projektowany	Wariant alternatywny
-----	---------------	----------------------	----------------------

1	System ogrzewania	Źródło ciepła to kondensacyjny kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania; instalacja grzejnikowa zaizolowana z zaworami termostatycznym.	Źródło ciepła to pompa ciepła powietrze-woda; instalacja grzejnikowa zaizolowana z zaworami termostatycznym.
2	System wentylacji	Grawitacja	Grawitacja
3	System ciepłej wody	Źródło ciepła to kondensacyjny kocioł gazowy podgrzewający pojemnościowy zasobniki cwu. Instalacja bez cyrkulacji. Rury zaizolowane.	Źródło ciepła to pompa ciepła powietrze-woda Instalacja bez cyrkulacji. Rury zaizolowane.

#### Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	100,0	0,72	9,97	kWh/kg	15797,2	1584,5	kg/rok

Budynek z alternatywnymi źródłami

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	2,32	1,00	kWh/kWh	4875,1	4875,1	kWh/rok

#### Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	100,0	0,58	79,97	kWh/kg	12206,8	1224,3	kg/rok

Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	2,08	1,00	kWh/kWh	1696,0	1696,0	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	2,08	1,00	kWh/kWh	1696,0	1696,0	kWh/rok

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

Budynek projektowany

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
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m <sup>3</sup>	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	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
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m <sup>3</sup>	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	0,000000	0,000000

Budynek z alternatywnymi źródłami

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
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	225,560000	0,000000	0,000000	0,000000

elektryczna								
<b>System przygotowania ciepłej wody</b>								
<b>Rodzaj paliwa</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	225,560000	0,000000	0,000000	0,000000

#### Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

Budynek projektowany

<b>System</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0030	2,4084	0,4753	3168,9511	0,0008	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0023	1,8610	0,3673	2448,6967	0,0006	0,0000	0,0000
<b>Całkowita emisja w budynku</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
	kg/rok	0,0053	4,2694	0,8426	5617,6478	0,0014	0,0000	0,0000

Budynek z alternatywnymi źródłami

<b>System</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	0,0030	2,4084	0,4753	3168,9511	0,0008	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0023	1,8610	0,3673	2448,6967	0,0006	0,0000	0,0000
<b>Całkowita emisja w budynku</b>	<b>Jedn.</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>PYŁ</b>	<b>SADZA</b>	<b>B-a-P</b>
	kg/rok	0,0053	4,2694	0,8426	5617,6478	0,0014	0,0000	0,0000

#### Bezpośredni efekt ekologiczny

Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

<b>Emitowane zanieczyszczenie</b>	<b>Budynek projektowany [kg/rok]</b>	<b>Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]</b>	<b>Efekt ekologiczny[kg/rok]</b>	<b>Redukcja emisji [%]</b>
SO <sub>2</sub>	0,005281	0,000000	0,005281	100,00
NO <sub>x</sub>	4,269412	0,000000	4,269412	100,00
CO	0,842647	0,000000	0,842647	100,00
CO <sub>2</sub>	5617,647795	6712,984324	-1095,336529	-19,50
PYŁ	0,001404	0,000000	0,001404	100,00
SADZA	0,000000	0,000000	0,000000	...
B-a-P	0,000000	0,000000	0,000000	...

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

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).

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

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

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

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

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

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

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

## 12.2. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Budynek projektowany [kg/rok]	Emisja - Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - Budynek projektowany [kg/rok]	Emisja równoważna - Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO <sub>2</sub>	1,00	0,005281	0,000000	0,005281	0,000000
NO <sub>x</sub>	0,50	4,269412	0,000000	2,134706	0,000000
PYŁ	0,50	0,001404	0,000000	0,000702	0,000000
SADZA	2,50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
B-a-P	20000,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Łączna emisja równoważna				2,140689	0,000000

Na podstawie powyższej analizy środowiskowej wariantem optymalnym jest wariant alternatywny. Efekt środowiskowy wyrażony w emisji równoważnej jest o 100,0% ( 2,14 kg/rok) korzystniejszym niż wariant projektowany.

## Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

### Budynek projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	3,60	zł/kg	

### Budynek z alternatywnymi źródłami energii

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

## 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	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	1584,48	m <sup>3</sup> /rok	5704,11	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	0,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.} =$			zł/rok	5704,11	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Kocioł na paliwo stałe	7,0	7000,00	60270,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{H,I} =$			zł	60270,00	



Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	4875,06	kWh/rok	2925,03	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	20,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.} =$			zł/rok	3345,03	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Pompa ciepła powietrzna na CO	7,0	12000,00	103320,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{H,I} =$			zł	103320,00	

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	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	1224,35	m³/rok	4407,65	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	20,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.} =$			zł/rok	4827,65	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Kocioł na paliwo stałe	7,0	7000,00	60270,00	
2	Zasobnik 100l z grzałką	7,0	550,00	4735,50	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{W,I} =$			zł	65005,50	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	1696,03	kWh/rok	1017,62	
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	1696,03	kWh/rok	1017,62	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...

Abonament Ab			zł/m-c	20,00	...
Całkowite koszty eksploatacyjne			zł/rok	2455,24	
$K_{W,E}= 12\bullet O_m + 12\bullet Ab + SB\bullet \text{Cena jedn.}=$					
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Powietrzna pompa ciepła CWU	7,0	12000,00	103320,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{W,I}=$			zł	103320,00	

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

##### Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok	5704,11	3345,03
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	41,36
Koszty inwestycyjne $K_{H,I}$ zł	60270,00	103320,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	-71,43
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	22,26	13,05
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	235,15	403,12
Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok	-	2359,08
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	18,25
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

##### Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok	4827,65	2455,24
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	49,14
Koszty inwestycyjne $K_{W,I}$ zł	65005,50	103320,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	-58,94
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	18,84	9,58
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	253,63	403,12
Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok	-	2372,41
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	16,15
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

##### Analiza zbiorcza opłacalności

Nazwa	Opłacalność	SPBT
System ogrzewania i wentylacji	nie	18,25
System przygotowania ciepłej wody	nie	16,15

#### Zestawienie kosztów inwestycyjno - 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	125275,50	-	206640,00	-
1	125275,50	21063,53	206640,00	11600,55
2	125275,50	31595,30	206640,00	17400,83
3	125275,50	42127,06	206640,00	23201,10
4	125275,50	52658,83	206640,00	29001,38
5	125275,50	63190,60	206640,00	34801,65
6	125275,50	73722,36	206640,00	40601,93
7	125275,50	84254,13	206640,00	46402,20
8	125275,50	94785,89	206640,00	52202,48
9	125275,50	105317,66	206640,00	58002,75
10	125275,50	115849,43	206640,00	63803,03

**PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA I ANALIZA ALTERNATYWNYCH ŹRÓDŁE ENERGII - BUDYNEK NR 1**

**Tabela zbiorcza przegród budowlanych użytych w projekcie**

Parametry przegród nieprzezroczystych budowlanych					
I. Przegrody ściany zewnętrzne					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	0,23	0,23	Tak
II. Przegrody dach					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Dach	D 1	0,18	0,18	Tak
III. Przegrody podłogi na gruncie					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Podłoga na gruncie	PG 1	0,30	0,30	Tak
IV. Przegrody drzwi zewnętrzne					
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U_c$ [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $U_c$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Warunek spełniony
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	1,50	1,50	Tak

**Parametry przegród przezroczystych**

V. Okna zewnętrzne								
Lp.	Nazwa przegrody	Symbol	Wsp. $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Wsp. $g$	Wsp. $U$ wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> •K]	Wsp. $g$ wg WT 2014	Warunek spełniony	
							$U_{max}$	$g$
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	1,10	0,70	1,10	0,35	Tak	Nie dotyczy

**Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepło  $Q_{H,nd}$  dla każdej strefy**

Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O1			
Temperatura wewnętrzna strefy	$t_i$	20,0	°C

Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A <sub>f</sub>	351,8		m <sup>2</sup>
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q <sub>int</sub>	8,0		W/m <sup>2</sup>
Pojemność cieplna budynku									C <sub>m</sub>	58047000		J/K
Stała czasowa budynku									□	38,3		h
Udział granicznych potrzeb ciepła									□ <sub>H,lim</sub>	1,3		-
-									a <sub>H</sub>	3,6		-
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd,n</sub> kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna □ <sub>e</sub> , °C	-3,7	-0,8	4,4	8,0	14,9	15,7	18,0	17,1	13,2	8,8	3,4	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t <sub>m</sub> , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie Q <sub>H,ht</sub> =10 <sup>-3</sup> •H <sub>tr</sub> •(□ <sub>i</sub> -□ <sub>e</sub> )•t <sub>m</sub> kWh/m-c	5285	4190	3479	2590	1137	928	446	647	1467	2498	3582	4772
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi Q <sub>H,zy</sub> =10 <sup>-3</sup> •H <sub>zy</sub> •(□ <sub>i</sub> -□ <sub>iyz</sub> )•t <sub>m</sub> kWh/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie Q <sub>H,ht</sub> =Q <sub>H,ht</sub> +Q <sub>H,zy</sub> kWh/m-c	5285	4190	3479	2590	1137	928	446	647	1467	2498	3582	4772
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q <sub>sol</sub> , kWh/m-c	759	1137	1922	2942	3782	3553	3843	3152	2359	1658	927	731
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q <sub>int</sub> =q <sub>int</sub> •10 <sup>-3</sup> •A•t <sub>m</sub> kWh/m-c	2094	1891	2094	2026	2094	2026	2094	2094	2026	2094	2026	2094
Miesięczne zyski ciepła Q <sub>H,gn</sub> =Q <sub>sol</sub> +Q <sub>int</sub> kWh/m-c	2853	3028	4016	4968	5876	5580	5936	5246	4385	3752	2954	2825
□ <sub>H</sub> =Q <sub>H,gn</sub> /Q <sub>H,ht</sub>	0,38	0,51	0,82	1,36	3,68	4,28	9,47	5,77	2,13	1,07	0,59	0,42
□ <sub>H,1</sub>	0,40	0,45	0,67	1,09	2,52	0,00	0,00	0,00	1,60	0,83	0,50	0,40
□ <sub>H,2</sub>	0,45	0,67	1,09	2,52	3,98	0,00	0,00	0,00	3,95	1,60	0,83	0,50
f <sub>H,m</sub>	1,00	1,00	1,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, □ <sub>H,gn</sub>	0,98	0,95	0,85	0,65	0,27	0,23	0,11	0,17	0,45	0,75	0,93	0,97
Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q <sub>H,nd,n</sub> =Q <sub>H,ht</sub> - □ <sub>H,gn</sub> •Q <sub>H,gn</sub> kWh/m-c	4635,1 0	3006,3 3	1476,5 4	425,74	11,46	5,73	0,19	1,49	77,50	682,97	2283,2 1	3960,3 8
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd</sub> =□(Q <sub>H,nd,n</sub> ), kWh/rok											16566,7	

Część budynku					
Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	$A_f$	V	$\square_i$	Zapotrzebowanie na ciepło $Q_{H,nd}$
-	-	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	°C	kWh/rok
1	Strefa O1	351,80	1009,66	20,0	16566,65
Całkowite zapotrzebowanie strefy $\square Q_{H,nd}$ [kWh/rok]					16566,65

Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepłą wodę  $Q_{W,nd}$

Obliczenia instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, $c_w$	4,19	kJ/(kg•K)

Gęstość wody, $\rho_w$	1000	kg/m <sup>3</sup>
Temperatura ciepłej wody, $\theta_w$	55	°C
Temperatura zimnej wody, $\theta_o$	10	°C
Współczynnik korekcyjny, $k_R$	0,90	-
Powierzchnia o regulowanej temperaturze, $A_r$	351,80	m <sup>2</sup>
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, $V_w$	1,60	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> •dzień)
Roczna energia użytkowa do przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	9684,46	kWh/rok

**Tabela zbiorcza sprawności systemu ogrzewania i wentylacji**

Część budynku		
Nazwa źródła	Nowe źródło ogrzewania	
Nr źródła	1	-
Udział procentowy	100	%
Rodzaj nośnika energii	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	
Współczynnik $W_H$	1,10	-
Współczynnik $W_{el}$	3,00	-
Energia użytkowa $Q_{H,nd}$	16566,65	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55oC) o mocy nominalnej do 50kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,91	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,82	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,96	-
Wybrany wariant akumulacji	System ogrzewania bez zasobnika ciepła	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,72	-
Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,H\%}$	0,00	kWh/rok

**Tabela zbiorcza sprawności systemu przygotowania ciepłej wody**

Część budynku		
Nazwa źródła	Nowe źródło ciepłej wody	
Nr źródła	1	-
Udział procentowy	100,00	%
Rodzaj nośnika energii	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	
Współczynnik $W_W$	1,10	-
Współczynnik $W_{el}$	3,00	-
Energia użytkowa $Q_{W,nd}$	9684,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły kondensacyjne, opalane gazem ziemnym lub olejem opałowym lekkim, o mocy do 50 kW	
Sprawność wytwarzania $h_{w,g}$	0,85	-

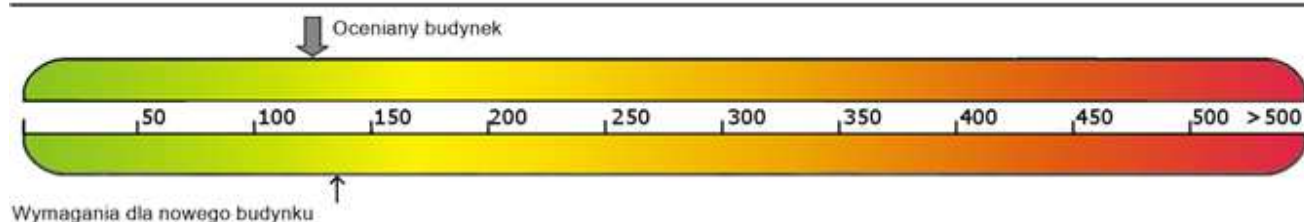
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe podgrzewanie wody, system bez obiegów cyrkulacyjnych	
Rodzaj przesyłu ciepłej wody	Podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym	
Sprawność przesyłu $h_{W,d}$	0,85	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r.	
Sprawność akumulacji $h_{W,s}$	0,85	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $h_{W,tot}$	0,58	-
Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,W\%}$	0,00	kWh/rok

**Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej**

Część budynku				
Ogrzewanie i wentylacja				
Nr źródła	Nazwa źródła	Q <sub>U,H</sub> kWh/rok	Q <sub>K,H</sub> kWh/rok	Q <sub>P,H</sub> kWh/rok
1	Nowe źródło ogrzewania	16566,65	23126,42	25439,06
Suma		16566,65	23126,42	25439,06
Przygotowanie ciepłej wody				
Nr źródła	Nazwa źródła	Q <sub>U,W</sub> kWh/rok	Q <sub>K,W</sub> kWh/rok	Q <sub>P,W</sub> kWh/rok
1	Nowe źródło ciepłej wody	9684,46	16755,11	18430,63
Suma		9684,46	16755,11	18430,63
Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}) / A_f$			74,62	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+E_{el,pom}) / A_f$			113,36	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Zestawienie energii pierwotnej $Q_P=Q_{P,H}+Q_{P,W}$			43869,68	kWh/rok
Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_P/A_f$			124,70	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Budynek referencyjny wg WT2014				
Powierzchnia użytkowa ogrzewanego budynku		A <sub>f</sub>	351,80	m <sup>2</sup>
Cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej		EP <sub>H+W</sub>	85,00	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia		EP <sub>max</sub>	135,00	kWh/(m <sup>2</sup> •rok)
Sprawdzenie warunku na EP				
EP kWh/(m <sup>2</sup> •rok)		EP <sub>max</sub> kWh/(m <sup>2</sup> •rok)	Uwagi	
124,70	<	135,00	Warunek spełniony	

#### Sprawdzenie warunków granicznych wg WT 2014

### Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m²·rok)]



Nazwa	Spełniony	Niespełniony	Uwagi
Warunek izolacyjności cieplnej przegród	Tak		
Warunek powierzchni okien	Tak		
Warunek $EP < EP_{max}$	Tak		
Warunek powierzchniowej kondensacji pary wodnej	Tak		

### Analiza środowiskowo-ekonomiczna

#### Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu ogrzewania i wentylacji

System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	100,0	16566,7

System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	16566,7

Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu przygotowania ciepłej wody

System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	100,0	9684,5

System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	4842,2
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	4842,2

#### Dostępne nośniki energii

Energia elektryczna, gaz, paliwa stałe, ciekłe i gazowe, odnawialne źródła energii.

#### Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Tak

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

Lp.	Nazwa systemu	Wariant projektowany	Wariant alternatywny
1	System ogrzewania	Źródło ciepła to kondensacyjny kocioł gazowy z zamkniętą komorą spalania; instalacja grzejnikowa zaizolowana z zaworami termostatycznym.	Źródło ciepła to pompa ciepła powietrze-woda; instalacja grzejnikowa zaizolowana z zaworami termostatycznym.

2	System wentylacji	Grawitacja	Grawitacja
3	System ciepłej wody	Źródło ciepła to kondensacyjny kocioł gazowy podgrzewający pojemnościowy zasobniki cwu. Instalacja bez cyrkulacji. Rury zaizolowane.	Źródło ciepła to pompa ciepła powietrze-woda Instalacja bez cyrkulacji. Rury zaizolowane.

#### Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	0,72	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	23126,4	2319,6	m <sup>3</sup> /rok

Budynek z alternatywnymi źródłami

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	2,32	1,00	kWh/kWh	7136,9	7136,9	kWh/rok

#### Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	100,0	0,58	9,97	kWh/m <sup>3</sup>	16755,1	1680,6	m <sup>3</sup> /rok

Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	2,08	1,00	kWh/kWh	2328,0	2328,0	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	50,0	2,08	1,00	kWh/kWh	2328,0	2328,0	kWh/rok

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

Budynek projektowany

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
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m <sup>3</sup>	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	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
Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	kg/1,0E6•m <sup>3</sup>	1,880000	1520,000000	300,000000	2000000,000000	0,500000	0,000000	0,000000

Budynek z alternatywnymi źródłami

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
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	225,560000	0,000000	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



Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	kg/GJ	0,000000	0,000000	0,000000	225,560000	0,000000	0,000000	0,000000
--	-------	----------	----------	----------	------------	----------	----------	----------

#### Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

Budynek projektowany

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	0,0044	3,5258	0,6959	4639,2009	0,0012	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0032	2,5544	0,5042	3361,1061	0,0008	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	0,0075	6,0802	1,2000	8000,3070	0,0020	0,0000	0,0000

Budynek z alternatywnymi źródłami

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	0,0000	0,0000	5795,1996	0,0000	0,0000	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	3780,7069	0,0000	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	0,0000	0,0000	9575,9065	0,0000	0,0000	0,0000

#### Bezpośredni efekt ekologiczny

Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny[kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO <sub>2</sub>	0,007520	0,000000	0,007520	100,00
NO <sub>x</sub>	6,080233	0,000000	6,080233	100,00
CO	1,200046	0,000000	1,200046	100,00
CO <sub>2</sub>	8000,307004	9575,906479	-1575,599475	-19,69
PYŁ	0,002000	0,000000	0,002000	100,00
SADZA	0,000000	0,000000	0,000000	...
B-a-P	0,000000	0,000000	0,000000	...

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

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).

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

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

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

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

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

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

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

Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - Budynek projektowany [kg/rok]	Emisja - Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - Budynek projektowany [kg/rok]	Emisja równoważna - Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO <sub>2</sub>	1,00	0,007520	0,000000	0,007520	0,000000
NO <sub>x</sub>	0,50	6,080233	0,000000	3,040117	0,000000
PYŁ	0,50	0,002000	0,000000	0,001000	0,000000
SADZA	2,50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
B-a-P	20000,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Łączna emisja równoważna				3,048637	0,000000

Na podstawie powyższej analizy środowiskowej wariantem optymalnym jest wariant alternatywny. Efekt środowiskowy wyrażony w emisji równoważnej jest o 100,0% ( 3,05 kg/rok) korzystniejszym niż wariant projektowany.

#### Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

##### Budynek projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Cena jedn.	Jedn.	Uwagi
1	Miejsowe wytwarzanie energii w budynku – Gaz ziemny	3,60	zł/kg	

##### Budynek z alternatywnymi źródłami energii

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

#### 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	Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	2319,60	m <sup>3</sup> /rok	8350,56	
Opłaty stałe O <sub>m</sub>			zł/m-c	0,00	...
Abonament Ab			zł/m-c	0,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> K <sub>H,E</sub> = 12•O <sub>m</sub> + 12•Ab + SB•Cena jedn.=			<b>zł/rok</b>	<b>8350,56</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Kocioł na paliwo stałe	12,0	7000,00	103320,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne K<sub>H,I</sub>=</b>			<b>zł</b>	<b>103320,00</b>	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					

Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	7136,86	kWh/rok	4282,12	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	20,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.}$			<b>zł/rok</b>	<b>4702,12</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Pompa ciepła powietrzna na CO	12,0	12000,00	177120,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne <math>K_{H,I}</math></b>			<b>zł</b>	<b>177120,00</b>	

#### 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	Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz ziemny	1680,55	m <sup>3</sup> /rok	6049,99	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	20,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.}$			<b>zł/rok</b>	<b>6469,99</b>	
Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Kocioł na paliwo stałe	12,0	7000,00	103320,00	
2	Zasobnik 100l z grzałką	12,0	550,00	8118,00	
<b>Całkowite koszty inwestycyjne <math>K_{W,I}</math></b>			<b>zł</b>	<b>111438,00</b>	
Budynek z alternatywnymi źródłami energii					
Dodatkowe informacje: ...					
Koszty eksploatacyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Zużycie paliwa	Jedn.	Koszty	Uwagi
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	2327,99	kWh/rok	1396,80	
2	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	2327,99	kWh/rok	1396,80	
Opłaty stałe $O_m$			zł/m-c	15,00	...
Abonament $Ab$			zł/m-c	20,00	...
<b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b> $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.}$			<b>zł/rok</b>	<b>3213,59</b>	

Koszty inwestycyjne					
Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jedn.	Koszty robót	Uzasadnienie przyjętych kosztów
1	Powietrzna pompa ciepła CWU	12,0	12000,00	177120,00	
Całkowite koszty inwestycyjne $K_{w,i}$ =			zł	177120,00	

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

##### Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok	8350,56	4702,12
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	43,69
Koszty inwestycyjne $K_{H,i}$ zł	103320,00	177120,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	-71,43
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	23,74	13,37
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	293,69	503,47
Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok	-	3648,44
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	20,23
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

##### Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

Nazwa	Projektowany	Alternatywny
Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok	6469,99	3213,59
Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %	-	50,33
Koszty inwestycyjne $K_{W,i}$ zł	111438,00	177120,00
Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %	-	-58,94
Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok	18,39	9,13
Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>	316,77	503,47
Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok	-	3256,40
Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT	-	20,17
WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym		

##### Analiza zbiorcza opłacalności

Nazwa	Opłacalność	SPBT
System ogrzewania i wentylacji	nie	20,23
System przygotowania ciepłej wody	nie	20,17

#### Zestawienie kosztów inwestycyjno - 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	214758,00	-	354240,00	-
1	214758,00	29641,11	354240,00	15831,42

---

2	214758,00	44461,66	354240,00	23747,13
3	214758,00	59282,21	354240,00	31662,84
4	214758,00	74102,76	354240,00	39578,55
5	214758,00	88923,32	354240,00	47494,26
6	214758,00	103743,87	354240,00	55409,97
7	214758,00	118564,42	354240,00	63325,68
8	214758,00	133384,97	354240,00	71241,39
9	214758,00	148205,53	354240,00	79157,10
10	214758,00	163026,08	354240,00	87072,81