

## II.D.6 ANALIZA PORÓWNAWCZA

### 1. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

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

##### 1.1.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100	34162,42

##### 1.1.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{H,nd}$ [kWh/rok]
1	Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100	34162,42

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

##### 1.2.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100,0	43881,60

##### 1.2.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{W,nd}$ [kWh/rok]
1	Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100,0	43881,60

#### 1.3. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla systemu chłodzenia

##### 1.3.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{C,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	60993,2

##### 1.3.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{C,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	60993,2

#### 1.4. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię końcową dla systemu oświetlenia wbudowanego

##### 1.4.1. System projektowany

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{L,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	25523,5

##### 1.4.2. System alternatywny

Lp.	Rodzaj paliwa	Udział %	$Q_{L,nd}$ [kWh/rok]
1	Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	59,3	15573,3
2	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	40,7	10678,8

### 2. Dostępne nośniki energii

Energia, elektryczna, Energia słoneczna, Ciepło sieciowe

### 3. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

MPEC, Tauron, MPWiK

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

Lp.	Nazwa systemu	Wariant projektowany	Wariant alternatywny
1	System ogrzewania	TAK, Źródło 'Wymiennikownia' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny o $\eta_H=0,80$ , typu Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100kW o sprawności wytwarzania $\eta_{H,g}=0,99$ , Ogrzewanie wodne z grzejn. członow. lub płytowymi w przyp. regul. central. i miejsc. z zaworem termost. PI... o sprawności regulacji $\eta_{H,e}=0,95$ , C.o. z lokal. źródła ciepła usytuow. w ogrzew. budynku z zaizolow. przewodami, armaturą i urządzen. w przestrz.	TAK, Źródło o udziale procentowym 100 % na paliwo Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny, typu Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100kW o sprawności wytwarzania $\eta_{H,g}=0,99$ , Ogrzewanie wodne z grzejn. członow. lub płytow. w przyp. regul. central. i miejsc. z zaworem termost. P-1K o sprawności regulacji $\eta_{H,e}=0,92$ , C.o. z lokal. źródła ciepła usytuow. w ogrzew. budynku z

		ogrzew. o sprawności przesyłu $hH, d=0,96$ , System ogrzewania bez zasobnika ciepła o sprawności akumulacji $hH, s=1,00$ Urządzenie pomocnicze Pompy obiegowe, wentylatory miejscowe systemu wentylacyjnego, wentylatory w centralach wentylacyjnych i rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową $E_{el,pom} = 10558,47 \text{ kWh/rok}$ .	zaizolow. przewodami, armaturą i urządzen. w przestrz. ogrzew. o sprawności przesyłu $hH, d=0,96$ , System ogrzewania bez zasobnika ciepła o sprawności akumulacji $hH, s=1,00$ .
2	System wentylacji	TAK; wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna o strumieniach powietrza $V_{ve1}=5051,25 \text{ m}^3/\text{h}$ , $V_{ve2}=514,65 \text{ m}^3/\text{h}$ ; wentylacja mechaniczna wywiewna o strumieniach powietrza $V_{ve1}=12,29 \text{ m}^3/\text{h}$ , $V_{ve2}=1,04 \text{ m}^3/\text{h}$ .	TAK; wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna o strumieniach powietrza $V_{ve1}=5051,25 \text{ m}^3/\text{h}$ , $V_{ve2}=514,65 \text{ m}^3/\text{h}$ ; wentylacja mechaniczna wywiewna o strumieniach powietrza $V_{ve1}=12,29 \text{ m}^3/\text{h}$ , $V_{ve2}=1,04 \text{ m}^3/\text{h}$ .
3	System ciepłej wody	TAK, Źródło 'Wymiennikownia' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny o $wW=0,80$ , typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej do 100 kW o sprawności wytwarzania $hW, g=0,98$ , Centr. podgrz. wody — sys. z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem pracy, z pionami instalacyjnymi i przew. rozprowadzającymi izolowanymi o sprawności przesyłu $hW, d=0,90$ , Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r. o sprawności akumulacji $hW, s=0,95$ Urządzenie pomocnicze Pompa ładująca zasobnik ciepła i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 53,64 \text{ kWh/rok}$	TAK, Źródło o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny, typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW o sprawności wytwarzania $hW, g=0,99$ , Centr. podgrz. wody — sys. z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem pracy, z pionami instalacyjnymi i przew. rozprowadzającymi izolowanymi o sprawności przesyłu $hW, d=0,90$ , Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r. o sprawności akumulacji $hW, s=0,95$ .
4	System chłodzenia	TAK, Źródło 'Szafy klimatyzacji precyzyjnej' o udziale procentowym 100,00 % Agregaty do schładzania cieczy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem, Sprężarki spiralne typu scroll + czynnik R410A ESEER=4,10, typu Szafy klimatyzacji precyzyjnej $hC, d=1,00$ , System bezpośredni o sprawności regulacji $hC, e=1,00$ , System chłodzenia bez zasobnika chłodu o sprawności akumulacji $hC, s=1,00$ Urządzenie pomocnicze Wentylator miejscowy systemu wentylacyjnego i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 3778,78 \text{ kWh/rok}$ , Źródło 'System split' o udziale procentowym 100,00 % System chłodzenia z bezpośrednim schładzaniem powietrza, Klimatyzator (split) + R410A ESEER=3,90, typu Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem o sprawności rozdziału $hC, d=1,00$ , System bezpośredni o sprawności regulacji $hC, e=1,00$ , System chłodzenia bez zasobnika chłodu o sprawności akumulacji $hC, s=1,00$ Urządzenie pomocnicze Wentylator miejscowy systemu wentylacyjnego i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 119,09 \text{ kWh/rok}$ Źródło 'System VRF' o udziale procentowym 100,00 % System chłodzenia z bezpośrednim schładzaniem powietrza, System multisplit ze zmiennym przepływem czynnika (VRV, VRF) ESEER=4,10, typu System VRV i VRF o sprawności rozdziału $hC, d=1,00$ , System bezpośredni o sprawności regulacji $hC, e=1,00$ , System chłodzenia bez zasobnika chłodu o sprawności akumulacji $hC, s=1,00$ Urządzenie pomocnicze Wentylator miejscowy systemu wentylacyjnego i rocznym zapotrzebowaniu na energię pomocniczą końcową $E_{el,pom} = 903,52 \text{ kWh/rok}$ .	TAK, Źródło o udziale procentowym 100,00 % System chłodzenia z bezpośrednim schładzaniem powietrza, System multisplit ze zmiennym przepływem czynnika (VRV, VRF) ESEER=4,10, typu System VRV i VRF o sprawności rozdziału $hC, d=1,00$ , System bezpośredni o sprawności regulacji $hC, e=1,00$ , System chłodzenia bez zasobnika chłodu o sprawności akumulacji $hC, s=1,00$ .
5	System oświetlenia wbudowanego	TAK, Źródło o regulacji Ręczna wpływu światła dziennego o współczynniku $FD=0,80$ , i regulacji Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie, wpływu nieobecności pracowników w miejscu pracy $FO=1,00$ , i współczynniku obciążenia natężenia oświetlenia $F_c=0,90$ , o sumarycznej mocy opraw oświetleniowych $P_n=6181,00 \text{ W}$ .	TAK, Źródło o udziale procentowym 59,32 % na paliwo Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna, o regulacji Ściemnienie fotokomórkowe z czułością na światło dzienne wpływu światła dziennego o współczynniku $FD=0,80$ , i regulacji Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie, wpływu nieobecności pracowników w miejscu pracy $FO=1,00$ , i współczynniku obciążenia natężenia oświetlenia $F_c=0,90$ , o sumarycznej mocy opraw oświetleniowych $P_n=3709,00 \text{ W}$ . Źródło o udziale procentowym 40,68 % na paliwo Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna, o regulacji Ściemnienie fotokomórkowe z czułością na światło dzienne wpływu światła dziennego o współczynniku $FD=0,80$ , i regulacji Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie, wpływu nieobecności pracowników w miejscu pracy $FO=1,00$ , i współczynniku obciążenia natężenia oświetlenia $F_c=0,90$ , o sumarycznej mocy opraw oświetleniowych $P_n=2472,00 \text{ W}$ .

5. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji  
5.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100	0,88	1,00	kWh/kWh	38693,8	38693,8	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	10558,5	10558,5	kWh/rok

5.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{H,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100	0,88	1,00	kWh/kWh	38693,8	38693,8	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	10558,5	10558,5	kWh/rok

6. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody  
6.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100,0	0,84	1,00	kWh/kWh	52370,88	52370,88	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	53,6	53,6	kWh/rok

6.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{W,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny	100,0	0,84	1,00	kWh/kWh	52370,88	52370,88	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	53,6	53,6	kWh/rok

7. Charakterystyka źródeł chłodu systemu chłodzenia  
7.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{C,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,C}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	4,1	1,00	kWh/kWh	14919,2	14919,2	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	4801,4	4801,4	kWh/rok

7.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{C,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,C}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	4,10	1,00	kWh/kWh	14919,2	14919,2	kWh/rok
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	-	-	1,00	kWh/kWh	4801,4	4801,4	kWh/rok

8. Charakterystyka źródeł oświetlenia systemu oświetlenia wbudowanego  
8.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{L,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,L}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	100,0	1,00	1,00	kWh/kWh	25523,5	25523,5	kWh/rok

8.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$h_{L,tot}$	$H_u$	Jedn.	$Q_{K,L}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna	59,3	1,0	1,00	kWh/kWh	15573,3	15573,3	kWh/rok

elektryczna		0					
Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna	40,7	1,00	1,00	MJ/kg	10678,8	10678,8	kWh/rok

## 9. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

### 9.1. 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	109,2379	54,0787	12,3155	22983,0549	20,8679	0,0285	0,0006
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	15,8285	34,8648	5,9025	16845,7889	5,9459	0,0001	0,0000
System chłodu	kg/rok	179,4574	45,3574	13,6072	16013,1181	29,5809	0,0532	0,0011
System oświetlenia wbudowanego	kg/rok	232,2642	58,7041	17,6112	20725,1123	38,2853	0,0689	0,0014
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	536,7880	193,0050	49,4364	76567,0742	94,6800	0,1508	0,0030

### 9.2. 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	96,2206	50,9572	11,3542	21905,7893	18,7404	0,0246	0,0005
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	15,6736	34,5139	5,8432	16676,0694	5,8867	0,0001	0,0000
System chłodu	kg/rok	179,0679	45,2589	13,5777	15978,3637	29,5167	0,0531	0,0011
System oświetlenia wbudowanego	kg/rok	141,7174	35,8187	10,7456	12645,5521	23,3600	0,0420	0,0008
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	432,6795	166,5487	41,5207	67205,7744	77,5038	0,1199	0,0024

## 10. Bezpośredni efekt ekologiczny

### 10.1. 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>	536,787954	432,679504	104,108450	19,39
NO <sub>x</sub>	193,005036	166,548678	26,456358	13,71
CO	49,436437	41,520677	7,915760	16,01
CO <sub>2</sub>	76567,074249	67205,774421	9361,299828	12,23
PYŁ	94,679980	77,503762	17,176219	18,14
SADZA	0,150812	0,119944	0,030868	20,47
B-a-P	0,003016	0,002399	0,000617	20,47

## 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 - 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	536,787954	432,679504	536,787954	432,679504
NO <sub>x</sub>	0,50	193,005036	166,548678	96,502518	83,274339
PYŁ	0,50	94,679980	77,503762	47,339990	38,751881
SADZA	2,50	0,150812	0,119944	0,377030	0,299859
B-a-P	20000,00	0,003016	0,002399	60,324725	47,977446
Łączna emisja równoważna				741,332217	602,983029

Opracował  
mgr inż. Hubert Siwiec  
MAP/0226/POOS/09