

**Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło, na potrzeby przebudowywanego i rozbudowywanego budynku Zespołu Szkół w Kalnikowie w gm. Stubno, na dz. nr 1550/2, obr. Kalników**  
(obliczenia obejmują wyłącznie nowoprojektowaną część budynku szkoły)

**1. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, obliczone zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków.**

L.p.	Charakter potrzeb	Symbol	Jednostka	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową
1	2	3	4	5
1.	Ogrzewanie i wentylacja			
1.1.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową bez urządzeń pomocniczych	$Q_{H,nd}$	kWh/rok	4 816,60
1.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	684,00
1.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	5 500,00
2.	Ciepła woda użytkowa			
2.1.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową bez urządzeń pomocniczych	$Q_{W,nd}$	kWh/rok	0,00
2.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	0,00
2.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	0,00
3.	Chłodzenie			
3.1.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową bez urządzeń pomocniczych	$Q_{V,nd}$	kWh/rok	0,00
3.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	0,00
3.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	0,00

**2. Dostępne nośniki energii,**

Poniżej zestawiono wykaz dostępnych nośników energii, możliwych do wykorzystania na potrzeby zasilania w energię nowoprojektowanej części budynku.

L.p.	Dostępne nośniki energii	Możliwość wykorzystania nośnika energii dla proj. inwestycji
1	2	3
1.	ciepło z kotłowni na paliwo stałe, węgiel	tak
2.	ciepło z kotłowni na paliwo stałe, biomasa	tak
3.	ciepło z kotłowni na paliwo gazowe	tak
4.	ciepło z kotłowni na olej opałowy	tak
5.	ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej	nie
6.	kolektory słoneczne cieczowe i powietrzne	tak
7.	gruntowe pompy ciepła	tak
8.	gruntowe wymienniki ciepła	tak
9.	blokowe urządzenia do produkcji ciepła i energii elektrycznej	tak
10.	oparte na silnikach tłokowych i mikroturbinach	tak
11.	silniki Stirlinga	tak
12.	ogniwa paliwowe	tak
13.	ogniwa fotowoltaiczne	tak
14.	kombinacja ww. źródeł	tak

### 3. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Przedmiotowy budynek szkoły jest obecnie w dostępne na działce inwestora media energetyczne, tj. energię elektryczną i gaz ziemny.

Na potrzeby nowoprojektowanej części budynku, nie przewiduje się wykonywania innych dodatkowych przyłączy energetycznych.

### 4. Wybór dwóch systemów zaopatrzenia w energię do analizy porównawczej

Na potrzeby realizacji projektowanej inwestycji wybrano dwa systemy zaopatrzenia budynków w energię do analizy porównawczej, tj. systemu konwencjonalnego oraz systemu alternatywnego hybrydowego. Budynek bez instalacji chłodzącej (klimatyzacja w pomieszczeniach biurowych).

Tabelaryczne zestawienie przyjętych do analizy systemów zaopatrzenia budynku w energię

Nazwa systemu		Paliwo	Źródło ciepła
INSTALACJA KONWENCJONALNA			
Ogrzewanie i wentylacja	100%	Gaz ziemny	Gazowy kocioł kondensacyjny
Ciepła woda użytkowa	100%	Gaz ziemny	Gazowy kocioł kondensacyjny
Chłodzenie		BRAK	BRAK
Urządzenia pomocnicze		Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompy obiegowe, ładujące, cyrkulacyjne
INSTALACJA ALTERNATYWNA			
Ogrzewanie i wentylacja	100%	Biomasa – drewno	Kocioł na paliwo stałe (biomasa)
Ciepła woda użytkowa	100%	Biomasa – drewno	Kocioł na paliwo stałe (biomasa)
Chłodzenie		BRAK	BRAK
Urządzenia pomocnicze		Energia elektryczna – produkcja mieszana	Pompy obiegowe, ładujące, cyrkulacyjne

### 5. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zaopatrzenia w energię

- 5.1. Obliczenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby grzewcze, wentylacyjne, przygotowywania c.w.u. i chłodzenia przedmiotowego budynku, z uwzględnieniem przyjętych systemów zaopatrzenia budynku w energię

L.p.	Typ instalacji	Źródło ciepła (rodzaj paliwa)	Udział [%]	Energia użytkowa [kWh/rok]	$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \times \eta_{H,s} \times \eta_{H,d} \times \eta_{H,e}$ $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \times \eta_{W,s} \times \eta_{W,d} \times \eta_{W,e}$ [ - ]	Energia końcowa [kWh/rok]	Wartość opałowa paliwa / Sezonowa ilość paliwa
1	2	3	4	5	6	7	8
INSTALACJA KONWENCJONALNA							
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł gazowy kondensacyjny (gaz ziemny)	100%	4 816,6	0,78	6 175,1	9,98 kWh/m <sup>3</sup> 618,7 m <sup>3</sup> /rok
2.	Urządzenia pom. w inst. grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	684,0	1,00	684,0	----- 684,0 kWh/rok
3.	Ciepła woda użytkowa	Brak	100%	0,0	-	-	-
4.	Urządzenia pom. w instalacji c.w.u.	Brak	100%	0,0	-	-	-
5.	Chłodzenie	Brak	100%	0,0	-	-	-
6.	Urządzenia pom. w inst. chłodzenia	Brak	100%	0,0	-	-	-

INSTALACJA ALTERNATYWNA							
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	100%	4 816,6	0,62	7 768,7	5,2 kWh/kg 1 494,0 kg/rok
2.	Urządzenia pom. w inst. grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	684,0	1,00	684,0	---- 684,0 kWh/rok
3.	Ciepła woda użytkowa	Brak	100%	0,0	-	-	-
4.	Urządzenia pom. w instalacji c.w.u.	Brak	100%	0,0	-	-	-
5.	Chłodzenie	Brak	100%	0,0	-	-	-
6.	Urządzenia pom. w inst. chłodzenia	Brak	100%	0,0	-	-	-

5.2. Obliczenie rocznych kosztów ponoszonych przez inwestora na wytworzenie energii końcowej na potrzeby grzewcze, wentylacyjne i przygotowywania c.w.u. i chłodzenia, w przedmiotowym budynku, z uwzględnieniem przyjętych systemów zaopatrzenia budynku w energię.

L.p.	Typ instalacji	Źródło ciepła (rodzaj paliwa)	Sezonowa ilość paliwa niezbędna na potrzeby wytworzenia energii na potrzeby: c.o., went. i c.w.u. proj. budynku	Jednostkowa cena brutto paliwa z kosztami towarzyszącymi (np.: opłaty stałe, koszty transportu, itp.)	Sezonowe koszty brutto paliwa z kosztami towarzyszącymi	Łączne roczne koszty brutto wytworzenia energii na potrzeby: c.o., went. i c.w.u. proj. budynku
1	2	3	8		8	8
INSTALACJA KONWENCJONALNA						
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł gazowy kondensacyjny (gaz ziemny)	618,7 m3/rok	2,02 zł/m3	1 249,77 zł/rok	2 721,73 zł/rok
2.	Urządzenia pomocnicze w instalacji grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	684,0 kWh/rok	0,69 zł/kWh	471,96 zł/rok	
3.	Ciepła woda użytkowa	Brak	-	-	-	
4.	Urządzenia pomocnicze w instalacji c.w.u.	Brak	-	-	-	
5.	Chłodzenie	Brak	-	-	-	
6.	Urządzenia pomocnicze w instalacji chłodzenia	Brak	-	-	-	
7.	Roczne koszty związane z przeglądami serwisowymi: kotłowni			1 000,0 zł/rok	1 000 zł/rok	
INSTALACJA ALTERNATYWNA						
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	2 441,3 kg/rok	0,65 zł/kg	1 586,85 zł/rok	2 443,06 zł/rok
2.	Urządzenia pomocnicze w instalacji grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	2 709,7 kWh/rok	0,69 zł/kWh	1 869,69 zł/rok	
3.	Ciepła woda użytkowa	Brak	-	-	-	
4.	Urządzenia pomocnicze w instalacji c.w.u.	Brak	-	-	-	
5.	Chłodzenie	Brak	-	-	-	
6.	Urządzenia pomocnicze w instalacji chłodzenia	Brak	-	-	-	
7.	Roczne koszty związane z przeglądami serwisowymi: kotłowni			1 000 0 zł/rok	1 000 00 zł/rok	

**UWAGA:**

Ceny jednostkowe paliw ulegają ciągłym zmianom, dlatego przed podjęciem ostatecznej decyzji, należy je zaktualizować i sprawdzić aktualne koszty wytworzenia energii.

- 5.3. Obliczenie ilości emitowanego do atmosfery dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) powstającego przy wytwarzaniu energii na potrzeby przedmiotowego budynku, z uwzględnieniem przyjętych systemów zaopatrzenia budynku w energię

**5.3.1. Wielkość emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) do atmosfery przy spalaniu gazu ziemnego i wytwarzaniu energii elektrycznej - przy instalacji konwencjonalnej:**

- Emisję dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu gazu ziemnego, obliczono wg wzoru:

$$E_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} = B_{\text{gaz ziemny}} * W_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} * 10^{-3} \text{ [Mg/rok]}$$

gdzie:

E - wielkość emisji [Mg/rok]

B - ilość spalanego paliwa [m<sup>3</sup>/rok] = **618,7 m<sup>3</sup>/rok**

W<sub>CO<sub>2</sub> gaz płynny</sub> - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy spalaniu 1m<sup>3</sup> gazu ziemnego = 2,0 kg/m<sup>3</sup>

Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu projektowanej ilości gazu ziemnego przy instalacji konwencjonalnej

$$E_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} = 618,7 * 2,0 * 10^{-3} = 1,24 \text{ Mg/rok}$$

- Emisję dwutlenku węgla do atmosfery przy wytwarzaniu energii elektrycznej (przy produkcji mieszanej), obliczono wg wzoru:

$$E_{\text{CO}_2 \text{ energia elektryczna}} = B_{\text{energia elektryczna}} * W_{\text{CO}_2 \text{ energia elektryczna}} * 10^{-3} \text{ [Mg/rok]}$$

gdzie:

E - wielkość emisji [Mg/rok]

B<sub>energia elektryczna</sub> - ilość zużywanej energii elektrycznej [kWh/rok] = **684,0 kWh/rok**

W<sub>CO<sub>2</sub> pelet</sub> - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy wytwarzaniu 1kWh energii elektrycznej = 0,812 kg/kWh

**Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy wytwarzaniu energii elektrycznej na potrzeby grzewcze i podgrzewania ciepłej wody użytkowej przy instalacji konwencjonalnej**

$$E_{\text{CO}_2 \text{ energia elektryczna}} = 684,0 * 0,812 * 10^{-3} = 0,56 \text{ Mg/rok}$$

- Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu projektowanej ilości gazu ziemnego i wytwarzaniu energii elektrycznej - przy instalacji konwencjonalnej**

$$E_{\text{CO}_2 \text{ inst. konwencjonalna}} = E_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} + E_{\text{CO}_2 \text{ energia elekt.}} = 1,24 + 0,56 = 1,80 \text{ Mg/rok}$$

**5.3.2. Wielkość emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) do atmosfery przy spalaniu drewna i wytwarzaniu energii elektrycznej - przy instalacji alternatywnej:**

- Emisję dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu drewna, obliczono wg wzoru:

$$E_{\text{CO}_2 \text{ drewno}} = B_{\text{drewno}} * W_{\text{CO}_2 \text{ drewno}} * 10^{-3} \text{ [Mg/rok]}$$

gdzie:

E - wielkość emisji [Mg/rok]

B<sub>drewno</sub> - ilość spalanego paliwa [Mg/rok] = **1494,0 kg/rok**

W<sub>CO<sub>2</sub> drewno</sub> - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy spalaniu 1kg drewna = 1,2 kg/kg

**Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu projektowanej ilości drewna przy instalacji alternatywnej**

$$E_{\text{CO}_2 \text{ drewno}} = 1494,0 * 1,2 * 10^{-3} = 1,79 \text{ Mg/rok}$$

- Emisję dwutlenku węgla do atmosfery przy wytwarzaniu energii elektrycznej (przy produkcji mieszanej), obliczono wg wzoru:

$$E_{\text{CO2 energia elektryczna}} = B_{\text{energia elektryczna}} * W_{\text{CO2 energia elektryczna}} * 10^{-3} \text{ [Mg/rok]}$$

gdzie:

E - wielkość emisji [Mg/rok]

B<sub>energia elektryczna</sub> - ilość zużywanej energii elektrycznej [kWh/rok] = **684,0 kWh/rok**

W<sub>CO2 pelet</sub> - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy wytwarzaniu 1kWh energii elektrycznej  
= 0,812 kg/kWh

**Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy wytwarzaniu energii elektrycznej na potrzeby grzewcze i podgrzewania ciepłej wody użytkowej przy instalacji alternatywnej**

$$E_{\text{CO2 energia elektryczna}} = 684,0 * 0,812 * 10^{-3} = 0,56 \text{ Mg/rok}$$

- **Wielkości emisji dwutlenku węgla do atmosfery przy spalaniu projektowanej ilości drewna i wytwarzaniu energii elektrycznej - przy instalacji alternatywnej**

$$E_{\text{CO2 inst. konwencjonalna}} = E_{\text{CO2 drewno}} + E_{\text{CO2 energia elektr.}} = 1,79 + 0,56 = 2,35 \text{ Mg/rok}$$

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

### Analiza ekonomiczna

Pod względem ekonomicznym korzystniejszy dla użytkownika jest wariant alternatywny wytwarzania energii na potrzeby grzewcze, wentylacyjne, przygotowywania c.w.u. i chłodzenia, przy którym prognozowany roczny koszt energii wyniósł 2 443,06 zł/rok

### Analiza ekologiczna

Pod względem ekologicznym korzystniejszym dla środowiska, jest wariant alternatywny wytwarzania energii na potrzeby grzewcze, wentylacyjne, przygotowywania c.w.u. i chłodzenia, przy którym prognozowana roczna emisja dwutlenku węgla do atmosfery wynosi 2,35 Mg/rok, pomimo tego, że w liczbach bezwzględnych ilość dwutlenku węgla wprowadzanego do atmosfery jest mniejsza w przypadku wariantu konwencjonalnego (tj. 1,80 Mg/rok).

Przypomnieć należy jednak, że drewno jest paliwem odnawialnym, a dwutlenek węgla wprowadzany do atmosfery, który powstaje ze spalania drewna, nie stanowi aż takiego obciążenia dla środowiska jak dwutlenek węgla powstający przy spalaniu gazu ziemnego.

### WNIOSEK:

Po porównaniu obydwu powyższych analiz tj.: ekonomicznej i ekologicznej, można stwierdzić że, proponowany system alternatywny wytwarzania energii jest korzystniejszy dla inwestora ze względów ekonomicznych i ekologicznych.

Zauważyć jednak trzeba, że zastosowanie wariantu alternatywnego, wiązałoby się z koniecznością dodatkowej wymiany istniejącego obecnie źródła ciepła dla całego Zespołu Szkół, tj. istniejącej kotłowni gazowej, a inwestor nie przewiduje w ramach obecnie projektowanej inwestycji rozszerzania zakresu robót o modernizację kotłowni.

Biorąc pod uwagę powyższe uwagi, stwierdzam, że przyjęty w dokumentacji projektowej system konwencjonalny jest najkorzystniejszym dla inwestora wariantem.