

Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania, wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło, na potrzeby na potrzeby Sali gimnastycznej z łącznikiem i zapleczem, projektowanej w ramach rozbudowy budynku Szkoły Podstawowej w Kramarzówce w gm. Pruchnik, na dz. nr 1687/3 obr. 0003 Kramarzówka

- 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	21 985,2
1.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	6 318,0
1.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	28 303,2
2.	Ciepła woda użytkowa			
2.1.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową bez urządzeń pomocniczych	$Q_{W,nd}$	kWh/rok	587,3
2.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	42,8
2.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	1 024,2
3.	Chłodzenie			
3.1.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową bez urządzeń pomocniczych	$Q_{V,nd}$	kWh/rok	brak
3.2.	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do napędu urządzeń pomocniczych		kWh/rok	brak
3.3.	Razem roczne zapotrzebowanie na energię użytkową wraz z urządzeniami pomocniczymi		kWh/rok	brak

2. Dostępne nośniki energii,

Poniżej zestawiono wykaz dostępnych nośników energii, możliwych do wykorzystania w na potrzeby zasilenia w energię projektowanego w/w budynku mieszkalnego jednorodzinnego.

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 zasilany będzie w dostępne na działce inwestora media energetyczne (podłączone obecnie do budynku istniejącej szkoły), tj. energię elektryczną i gaz ziemny. Na potrzeby projektowanego 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 z instalacją chłodzącą (klimatyzacja w budynku biurowym).

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]	$\text{sprawność całkowita C.O.} = \eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \times \eta_{H,s} \times \eta_{H,d} \times \eta_{H,e}$ $\text{sprawność całkowita C.W.U.} = \eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \times \eta_{W,s} \times \eta_{W,d} \times \eta_{W,e}$ [-]	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%	21 985,2	0,75	29 313,6	11,03 kWh/m ³ 2 657,6 m ³ /rok
2.	Urządzenia pom. w inst. grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	6 318,0	1,00	6 318,0	---- 6 318,0 kWh/rok
3.	Ciepła woda użytkowa	Kocioł gazowy kondensacyjny (gaz ziemny)	100%	587,3	0,45	1305,1	11,03 kWh/m ³ 118,3 m ³ /rok
4.	Urządzenia pom. w instalacji c.w.u.	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	42,8	1,00	42,8	---- 42,8 kWh/rok
5.	Chłodzenie	Brak	100%	----	----	----	----
6.	Urządzenia pom. w inst. chłodzenia	Brak	100%	----	----	----	----

INSTALACJA ALTERNATYWNA							
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	100%	21 985,2	0,62	35 460,0	5,2 kWh/kg 6 819,2 kg/rok
2.	Urządzenia pom. w inst. grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	6 318,0	1,00	6 318,0	---- 6 318,0 kWh/rok
3.	Ciepła woda użytkowa	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	100%	587,3	0,42	1398,3	5,2 kWh/kg 268,9 kg/rok
4.	Urządzenia pom. w instalacji c.w.u.	Energia elektryczna prod. mieszana	100%	42,8	1,00	42,8	---- 42,8 kWh/rok
5.	Chłodzenie	Brak	100%	----	----	----	----
6.	Urządzenia pom. w inst. chłodzenia	Brak	100%	----	----	----	----

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 wytwarzania 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 wytwarzania 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)	2 657,6 m3/rok	2,02 zł/m3	5 368,35 zł/rok	13 996,27 zł/rok
2.	Urządzenia pomocnicze w instalacji grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	6 318,0 kWh/rok	0,69 zł/kWh	4 359,42 zł/rok	
3.	Ciepła woda użytkowa	Kocioł gazowy kondensacyjny (gaz ziemny)	118,3 m3/rok	2,02 zł/m3	238,97 zł/rok	
4.	Urządzenia pomocnicze w instalacji c.w.u.	Energia elektryczna prod. mieszana	42,8 kWh/rok	0,69 zł/kWh	29,53 zł/rok	
5.	Chłodzenie	Brak	-	-	-	
6.	Urządzenia pomocnicze w instalacji chłodzenia	Brak	-	-	-	
7.	Roczne koszty związane z przeglądami serwisowymi: kotłowni, nagrzewnic wentylacyjnych			4 000,0 zł/rok	4 000 zł/rok	
INSTALACJA ALTERNATYWNA						
1.	Ogrzewanie i wentylacja	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	6 819,2 kg/rok	0,72 zł/kg	4 909,82 zł/rok	28 384,31 zł/rok
2.	Urządzenia pomocnicze w instalacji grzewczej	Energia elektryczna prod. mieszana	6 318,0 kWh/rok	0,69 zł/kWh	4 359,42 zł/rok	
3.	Ciepła woda użytkowa	Kocioł na paliwo stałe (biomasa - drewno)	118,3 m3/rok	0,72 zł/kg	85,54 zł/rok	
4.	Urządzenia pomocnicze w instalacji c.w.u.	Energia elektryczna prod. mieszana	42,8 kWh/rok	0,69 zł/kWh	29,53 zł/rok	
5.	Chłodzenie	Brak	-	-	-	
6.	Urządzenia pomocnicze w instalacji chłodzenia	Brak	-	-	-	
7.	Roczne koszty związane z przeglądami serwisowymi: kotłowni, nagrzewnic wentylacyjnych			4 000,0 zł/rok	4 000,00 zł/rok	
8.	Roczne koszty związane z bieżącą obsługą kotłowni na paliwo stałe, tj. koszt związane z zatrudnieniem obsługi kotłowni (0,5 etatu)			15 000,0 zł/rok	15 000 zł/rok	

UWAGA:

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

-
- 5.3. Obliczenie ilości emitowanego do atmosfery dwutlenku węgla (CO₂) powstającego przy wytwarzaniu energii na potrzeby przedmiotowego budynku, z uwzględnieniem przyjętych systemów zaopatrzenia budynku w energię

5.3.1. Wielkość emisji dwutlenku węgla (CO₂) 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 [m³/rok] = **2775,9 m³/rok**

W_{CO₂ gaz płynny} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla przy spalaniu 1m³ gazu ziemnego = 2,0 kg/m³

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

$$E_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} = 2\,775,9 * 2,0 * 10^{-3} = 5,55 \text{ Mg/rok}$$

- 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_{energia elektryczna} - ilość zużywanej energii elektrycznej [kWh/rok] = **6360,8 kWh/rok**

W_{CO₂ pelet} - 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

$$E_{\text{CO}_2 \text{ energia elektryczna}} = 6360,8 * 0,812 * 10^{-3} = 5,16 \text{ Mg/rok}$$

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

$$E_{\text{CO}_2 \text{ inst. konwencjonalna}} = E_{\text{CO}_2 \text{ gaz ziemny}} + E_{\text{CO}_2 \text{ energia elekt.}} = 5,55 + 5,16 = 10,71 \text{ Mg/rok}$$

5.3.2. Wielkość emisji dwutlenku węgla (CO₂) 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_{drewno} - ilość spalanego paliwa [Mg/rok] = **6 937,5 kg/rok**

W_{CO₂ drewno} - 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

$$E_{\text{CO}_2 \text{ drewno}} = 6\,937,5 * 1,2 * 10^{-3} = 8,33 \text{ Mg/rok}$$

- 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_{energia elektryczna} - ilość zużywanej energii elektrycznej [kWh/rok] = **6360,8 kWh/rok**

W_{CO2 pelet} - 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

$$E_{\text{CO2 energia elektryczna}} = 6360,8 * 0,812 * 10^{-3} = 5,16 \text{ Mg/rok}$$

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

$$E_{\text{CO2 inst. konwencjonalna}} = E_{\text{CO2 drewno}} + E_{\text{CO2 energia elektr.}} = 8,33 + 5,16 = 13,49 \text{ Mg/rok}$$

6. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Analiza ekonomiczna

Pod względem ekonomicznym korzystniejszy dla użytkownika jest wariant konwencjonalny wytwarzania energii na potrzeby grzewcze, wentylacyjne, przygotowywania c.w.u. i chłodzenia, przy którym prognozowany roczny koszt energii wyniósł 13 996,27 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 13,49 Mg/rok, pomimo tego, że w liczbach bezwzględnych ilość dwutlenku węgla wprowadzanego do atmosfery jest mniejsza w przypadku wariantu konwencjonalnego (tj. 10,71 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 płynnego.

WNIOSEK:

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

Zauważyć jednak trzeba, że zastosowanie wariantu alternatywnego, wiązałoby się z koniecznością zatrudnienia dodatkowych pracowników (prawdopodobnie 1x0,5 etatu), do obsługi kotła na paliwo stałe (drewno), ponieważ kotłownia nie pracowałaby w sposób automatyczny. Ponadto w budynku brak jest odpowiedniego miejsca, w którym można byłoby składować paliwo stałe.

Ponieważ dla inwestora decydującym kryterium jest bezobsługowość zaprojektowanego źródła ciepła, w okresie gdy budynek nie będzie użytkowany (ferie, święta), a ponadto istniejący budynek szkoły zasilany jest z istniejącej kotłowni gazowej, do której planuje się podłączyć nowoprojektowany budynek Sali gimnastycznej, dlatego najkorzystniejszym dla inwestora wariantem jest wariant konwencjonalny.