

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

### BUDYNEK TYP I

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

- konwencjonalny - kocioł gazowy kondensacyjny- gaz płynny
- alternatywny - ogrzewanie i przygotowania cwu-powietrzna pompa ciepła i elektryczne grzejniki konwektorowe-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   | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 80,0     | 2576,5                      |
| 2   | Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna   | 20,0     | 644,1                       |

2.1.2. System konwencjonalny

| Lp. | Rodzaj paliwa                                       | Udział % | Q <sub>H,nd</sub> [kWh/rok] |
|-----|---|----------|-----------------------------|
| 1   | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 100,0    | 3220,6                      |

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   | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 50,0     | 2672,0                      |
| 2   | Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna   | 50,0     | 2672,0                      |

2.2.2. System konwencjonalny

| Lp. | Rodzaj paliwa                                       | Udział % | Q <sub>W,nd</sub> [kWh/rok] |
|-----|---|----------|-----------------------------|
| 1   | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 100,0    | 5344,0                      |

3. Dostępne nośniki energii

. . gaz LPG, biomasa, węgiel kamienny, energia wiatrowa, energia słoneczna, olej opałowy

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 i przygotowania cwu jest pompa ciepła typu powietrze-woda oraz elektryczne grzejniki konwektorowe-energia elektryczna z paneli PV | 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.   |
|--|----------|----------------|----------------|---------|----------------------------|------------------|---------|
| Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 80,0     | 3,56           | 1,00           | kWh/kWh | 723,7                      | 723,7            | kWh/rok |
| Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna   | 20,0     | 0,90           | 1,00           | kWh/kWh | 715,0                      | 715,0            | kWh/rok |

## 6.2. System konwencjonalny

| Rodzaj paliwa  | Udział % | $\eta_{H,tot}$ | $H_u$ | Jedn.              | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.               |
|--|----------|----------------|-------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 100,0    | 0,79           | 6,65  | kWh/m <sup>3</sup> | 4055,6              | 609,9            | 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.   |
|---|----------|----------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 50,0     | 2,16           | 1,00  | kWh/kWh | 1237,0              | 1237,0           | kWh/rok |
| Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna    | 50,0     | 2,16           | 1,00  | kWh/kWh | 1237,0              | 1237,0           | kWh/rok |

### 7.2. System konwencjonalny

| Rodzaj paliwa  | Udział % | $\eta_{W,tot}$ | $H_u$ | Jedn.              | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.               |
|--|----------|----------------|-------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 100,0    | 0,68           | 6,65  | kWh/m <sup>3</sup> | 7858,8              | 1181,8           | 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    |
| Miejskowe 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    |
| Miejskowe 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 |

### 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    |
| Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | kg/m <sup>3</sup> | 0,000000        | 0,000000        | 0,000000 | 0,000000        | 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    |
| Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | kg/m <sup>3</sup> | 0,000000        | 0,000000        | 0,000000 | 0,000000        | 0,000000 | 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 | 6,5063          | 1,6444          | 0,4933 | 580,5601        | 1,0725 | 0,0019 | 0,0000 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 11,2570         | 2,8452          | 0,8536 | 1004,4741       | 1,8556 | 0,0033 | 0,0001 |
|                                   |        |                 |                 |        |                 |        |        |        |
| 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 | 17,7633         | 4,4896          | 1,3469 | 1585,0342       | 2,9280 | 0,0053 | 0,0001 |

### 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          | 0,0000          | 0,0000 | 0,0000          | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 0,0000          | 0,0000          | 0,0000 | 0,0000          | 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 | 0,0000          | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |

## 10. Bezpośredni efekt ekologiczny

### 10.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

| Emitowane zanieczyszczenie | System alternatywny [kg/rok] | System z konwencjonalnymi źródłami [kg/rok] | Efekt ekologiczny[kg/rok] | Redukcja emisji [%] |
|----------------------------|------------------------------|---|---------------------------|---------------------|
| SO <sub>2</sub>            | 17,763314                    | 0,000000                                    | 17,763314                 | 100,00              |
| NO <sub>x</sub>            | 4,489629                     | 0,000000                                    | 4,489629                  | 100,00              |
| CO                         | 1,346889                     | 0,000000                                    | 1,346889                  | 100,00              |
| CO <sub>2</sub>            | 1585,034150                  | 0,000000                                    | 1585,034150               | 100,00              |
| PYŁ                        | 2,928019                     | 0,000000                                    | 2,928019                  | 100,00              |
| SADZA                      | 0,005270                     | 0,000000                                    | 0,005270                  | 100,00              |
| B-a-P                      | 0,000105                     | 0,000000                                    | 0,000105                  | 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 - Emisja - System alternatywny [kg/rok] | Emisja - System z konwencjonalnymi [kg/rok] | Emisja równoważna - Emisja - System alternatywny [kg/rok] | Emisja równoważna - System z konwencjonalnymi [kg/rok] |
|----------------------------|-----------------------------|--|---|---|--|
| SO <sub>2</sub>            | 1,00                        | 17,763314                                      | 0,000000                                    | 17,763314   | 0,000000   |
| NO <sub>x</sub>            | 0,50                        | 4,489629                                       | 0,000000                                    | 2,244814  | 0,000000   |
| PYŁ                        | 0,50                        | 2,928019                                       | 0,000000                                    | 1,464009  | 0,000000   |
| SADZA                      | 2,50                        | 0,005270                                       | 0,000000                                    | 0,013176  | 0,000000   |
| B-a-P                      | 20000,00                    | 0,000105                                       | 0,000000                                    | 2,108174  | 0,000000   |
| Łączna emisja równoważna   |                             |  |   | 23,593487   | 0,000000   |

### 11.3. Wybór systemu

Na podstawie powyższej analizy środowiskowej wariantem optymalnym jest wariant alternatywny. Efekt środowiskowy wyrażony w emisji równoważnej jest o 100,0% ( 23,59 kg/rok) korzystniejszym niż wariant konwencjonalny.

12. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

#### 12.1 System alternatywny

| Lp. | Rodzaj paliwa  | Cena jedn. | Jedn.  | Uwagi |
|-----|--|------------|--------|-------|
| 1   | Miejsowe 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   | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 2,65       | 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  | Miejsowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 723,73         | kWh/rok    | 0,00         |                                 |
| 2  | Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna   | 714,98         | kWh/rok    | 428,99       |                                 |
| Opłaty stałe O <sub>m</sub>  |  |                | zł/m-c     | 80,00        | ...                             |
| Abonament Ab   |  |                | zł/m-c     | 0,00         | ...                             |
| Całkowite koszty eksploatacyjne<br>$K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \Sigma B \cdot \text{Cena jedn.} =$ |  |                | zł/rok     | 1388,99      |                                 |
| Koszty inwestycyjne  |  |                |            |              |                                 |
| Lp.  | Rodzaj robót   | Ilość robót    | Cena jedn. | Koszty robót | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1  | powietrzna pompa ciepła                                    | 4,0            | 25000,00   | 123000,00    |                                 |
| 2  | panele PV  | 4,0            | 3500,00    | 17220,00     |                                 |
| Całkowite koszty inwestycyjne K <sub>H,I</sub> =   |  |                | zł         | 140220,00    |                                 |

| System konwencjonalny   |  |                             |                     |                 |                                 |
|---|--|-----------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|
| Koszty eksploatacyjne   |  |                             |                     |                 |                                 |
| Lp.   | Rodzaj paliwa  | Zużycie paliwa              | Jedn.               | Koszty          | Uwagi                           |
| 1   | Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny | 609,87                      | m <sup>3</sup> /rok | 1616,14         |                                 |
|   |  | Opłaty stałe O <sub>m</sub> | zł/m-c              | 80,00           | ...                             |
|   |  | Abonament Ab                | zł/m-c              | 0,00            | ...                             |
| <b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b><br>$K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$ |  |                             | <b>zł/rok</b>       | <b>2576,14</b>  |                                 |
| Koszty inwestycyjne   |  |                             |                     |                 |                                 |
| Lp.   | Rodzaj robót   | Ilość robót                 | Cena jedn.          | Koszty robót    | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1   | kocioł gazowy kondensacyjny                          | 4,0                         | 4500,00             | 22140,00        |                                 |
| <b>Całkowite koszty inwestycyjne K<sub>H,I</sub>=</b>   |  |                             | <b>zł</b>           | <b>22140,00</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   | Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Energia słoneczna | 1237,04                     | kWh/rok             | 0,00            |                                 |
| 2   | Sieć elektroenergetyczna systemowa - Energia elektryczna    | 1237,04                     | kWh/rok             | 742,22          |                                 |
|   |   | Opłaty stałe O <sub>m</sub> | zł/m-c              | 40,00           | ...                             |
|   |   | Abonament Ab                | zł/m-c              | 0,00            | ...                             |
| <b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b><br>$K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$ |   |                             | <b>zł/rok</b>       | <b>1222,22</b>  |                                 |
| Koszty inwestycyjne   |   |                             |                     |                 |                                 |
| Lp.   | Rodzaj robót  | Ilość robót                 | Cena jedn.          | Koszty robót    | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1   | powietrzna pompa ciepła                                     | 4,0                         | 5000,00             | 24600,00        |                                 |
| 2   | panele PV   | 8,0                         | 3500,00             | 34440,00        |                                 |
| <b>Całkowite koszty inwestycyjne K<sub>W,I</sub>=</b>   |   |                             | <b>zł</b>           | <b>59040,00</b> |                                 |
| System konwencjonalny   |   |                             |                     |                 |                                 |
| Koszty eksploatacyjne   |   |                             |                     |                 |                                 |
| Lp.   | Rodzaj paliwa   | Zużycie paliwa              | Jedn.               | Koszty          | Uwagi                           |
| 1   | Miejskowe wytwarzanie energii w budynku - Gaz płynny        | 1181,78                     | m <sup>3</sup> /rok | 3131,71         |                                 |
|   |   | Opłaty stałe O <sub>m</sub> | zł/m-c              | 40,00           | ...                             |
|   |   | Abonament Ab                | zł/m-c              | 0,00            | ...                             |
| <b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b><br>$K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + \sum B \cdot \text{Cena jedn.} =$ |   |                             | <b>zł/rok</b>       | <b>3611,71</b>  |                                 |

| Koszty inwestycyjne                       |                             |             |            |              |                                 |
|---|-----------------------------|-------------|------------|--------------|---------------------------------|
| Lp.                                       | Rodzaj robót                | Ilość robót | Cena jedn. | Koszty robót | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1   | kocioł gazowy kondensacyjny | 4,0         | 1000,00    | 4920,00      |                                 |
| Całkowite koszty inwestycyjne $K_{W,i}$ = |                             |             | zł         | 4920,00      |                                 |

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

##### 15.1 Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

| Nazwa   | Alternatywny | Konwencjonalny |
|---|--------------|----------------|
| Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok  | 1388,99      | 2576,14        |
| Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %  | -            | -85,47         |
| Koszty inwestycyjne $K_{H,i}$ zł  | 140220,00    | 22140,00       |
| Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %  | -            | 84,21          |
| Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok  | 6,26         | 11,61          |
| Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>  | 632,02       | 99,79          |
| Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok  | -            | -1187,16       |
| Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT  | -            | 99,46          |
| 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 | Konwencjonalny |
|---|--------------|----------------|
| Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok  | 1222,22      | 3611,71        |
| Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %  | -            | -195,50        |
| Koszty inwestycyjne $K_{W,i}$ zł  | 59040,00     | 4920,00        |
| Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %  | -            | 91,67          |
| Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> rok  | 5,51         | 16,28          |
| Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>  | 266,11       | 22,18          |
| Roczne oszczędności kosztów $\Delta Or$ zł/rok  | -            | -2389,49       |
| Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT  | -            | 22,65          |
| WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł konwencjonalnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym i korzystne pod względem inwestycyjnym |              |                |

##### 15.3 Wniosek z opracowania

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