

**PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA**  
dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego nr 1/2014

| Budynek oceniany:                                               |                                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| Nazwa obiektu                                                   | Budynek mieszkalny wielorodzinny                    |  |
| Adres obiektu                                                   | 05-120 Legionowo ul. Polskiej Organizacji Wojskowej |  |
| Całość/ część budynku                                           | cały budynek                                        |  |
| Nazwa inwestora                                                 | Gmina Miejska Legionowo , Urząd Miasta Legionowo    |  |
| Adres inwestora                                                 | ul.marsz. Józefa Piłsudskiego                       |  |
| Kod, miejscowość                                                | 05-120, Legionowo                                   |  |
| Powierzchnia użytkowa o regulowanej temp. (Af, m <sup>2</sup> ) | 2413,27                                             |  |
| Powierzchnia zabudowy (Ag, m <sup>2</sup> )                     | 600,74                                              |  |
| Powierzchnia netto (Pn, m <sup>2</sup> )                        | 2413,27                                             |  |
| Powierzchnia użytkowa (Pu, m <sup>2</sup> )                     | 2413,27                                             |  |
| Powierzchnia ruchu (Pr, m <sup>2</sup> )                        | 320,09                                              |  |
| Powierzchnia usługowa (Pg, m <sup>2</sup> )                     | 2093,18                                             |  |
| Kubatura budynku (V, m <sup>3</sup> )                           | 13055,00                                            |  |

|             | Imie i nazwisko  | Uprawnienia/pieczałka | Podpis | Data       |
|-------------|------------------|-----------------------|--------|------------|
| Projektant: | Dorota Wachowska |                       |        | 2014-05-15 |

Łódź

Spis treści:

- 1) Tabela zbiorcza przegród budowlanych użytych w projekcie
- 2) Sprawdzenie warunku powierzchni okien
- 3) Sprawdzenie warunku uniknięcia rozwoju pleśni
- 4) Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepło  $Q_{H,nd}$  dla każdej strefy
- 5) Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepłą wodę  $Q_{W,nd}$
- 6) Tabela zbiorcza sprawności systemu ogrzewania i wentylacji
- 7) Tabela zbiorcza sprawności systemu przygotowania ciepłej wody
- 8) Tabela zbiorcza wyników energii pierwotnej i końcowej
- 9) Wyliczenia dla budynku wielofunkcyjnego
- 10) Sprawdzenie warunków granicznych wg WT 2014
- 11) Bilans mocy

Podstawa prawna:

- rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012 r. poz. 462)
- rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

1) Tabela zbiorcza przegród budowlanych użytych w projekcie

| Parametry przegród nieprzezroczystych budowlanych |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
|---------------------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|-----|
| I. Przegrody ściany zewnętrzne                    |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Ściana zewnętrzna    | SZ 1         | 0,21                                     | 0,25                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| 2                                                 | Ściana zewnętrzna    | SZ 2         | 0,25                                     | 0,25                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| 3                                                 | Ściana zewnętrzna    | SZ 3         | 0,27                                     | 0,45                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| II. Przegrody ściany na gruncie                   |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Ściana na gruncie    | SG 1         | 0,29                                     | Brak wymagań                                       | Tak                                   |                  |                   |     |
| III. Przegrody strop zewnętrzny                   |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Strop zewnętrzny     | STZ 1 - dach | 0,13                                     | 0,20                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| IV. Przegrody strop nad przejazdem                |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Strop nad przejazdem | SP 1         | 0,12                                     | 0,20                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| V. Przegrody podłogi na gruncie                   |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Podłoga na gruncie   | PG 1         | 0,27                                     | 1,20                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| VI. Przegrody drzwi zewnętrzne                    |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| Lp.                                               | Nazwa przegrody      | Symbol       | Wsp. U <sub>c</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp.U <sub>c</sub> wg WT 2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Warunek spełniony                     |                  |                   |     |
| 1                                                 | Drzwi zewnętrzne     | DZ 2         | 1,70                                     | 1,70                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| 2                                                 | Drzwi zewnętrzne     | DZ 1         | 1,70                                     | 1,70                                               | Tak                                   |                  |                   |     |
| Parametry przegród przezroczystych                |                      |              |                                          |                                                    |                                       |                  |                   |     |
| VII. 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 <sub>max</sub>  | g   |
| 1                                                 | Okno zewnętrzne      | O8 - 120/50  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,80                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 2                                                 | Okno zewnętrzne      | O7 - 140/50  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,80                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 3                                                 | Okno zewnętrzne      | O6 - 160/50  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,80                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 4                                                 | Okno zewnętrzne      | O5 - 160/90  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,80                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 5                                                 | Okno zewnętrzne      | O1- 140/120  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 6                                                 | Okno zewnętrzne      | O4 - 80/120  | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 7                                                 | Okno zewnętrzne      | O3 - 120/120 | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 8                                                 | Okno zewnętrzne      | O2 - 160/120 | 1,30                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 9                                                 | Okno zewnętrzne      | Db2          | 1,10                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |
| 10                                                | Okno zewnętrzne      | Db1          | 1,10                                     | 0,32                                               | 1,30                                  | 0,35             | Tak               | Tak |

| VIII. Okno zewnętrzne połaciowe |                 |        |                                |        |                                           |                      |                   |     |
|---------------------------------|-----------------|--------|--------------------------------|--------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----|
| Lp.                             | Nazwa przegrody | Symbol | Wsp. U<br>[W/m <sup>2</sup> K] | Wsp. g | Wsp. U wg WT<br>2014 [W/m <sup>2</sup> K] | Wsp. g wg WT<br>2014 | Warunek spełniony |     |
|                                 |                 |        |                                |        |                                           |                      | U <sub>max</sub>  | g   |
| 1                               | Okno połaciowe  | OPZ 2  | 1,30                           | 0,34   | 1,80                                      | 0,35                 | Tak               | Tak |
| 2                               | Okno połaciowe  | OPZ 1  | 1,30                           | 0,34   | 1,80                                      | 0,35                 | Tak               | Tak |

## 2) Sprawdzenie warunku powierzchni okien

### Grupa "Część budynku"

| Przeznaczenie budynku                                                                                         | Budynki użyteczności publicznej                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Pole powierzchni przegród szklanych i przezroczystych o współczynniku U >= 0,9 W/m <sup>2</sup> K             | $A_0 = 215.93m^2$                                        |
| Suma pól powierzchni rzutu poziomego wszystkich kondygnacji nadziemnych w pasie 5 m wzdłuż ścian zewnętrznych | $A_z = 2377.92m^2$                                       |
| Suma pól powierzchni pozostałej części rzutu poziomego                                                        | $A_w = 566.55m^2$                                        |
| Graniczna wartość powierzchni okien                                                                           | $A_{0max} = 0,15 \cdot A_z + 0,03 \cdot A_w = 373.68m^2$ |
| Sprawdzenie warunku powierzchni okien $A_0 \leq A_{0max}$                                                     | <b>Warunek spełniony</b>                                 |

## 3) Sprawdzenie warunku uniknięcia rozwoju pleśni

### 3.1.1 Wartości obliczeniowego czynnika temperatury $f_{Rsi,min}$ dla przegród zewnętrznych

Wartości obliczeniowego czynnika temperatury  $f_{Rsi,min}$  dla przegród: SZ 1, STZ 1 - dach, SZ 2, SP 1, SZ 3

|    | Miesiąc     | $f_{Rsi,min}$ [W/m <sup>2</sup> K] |
|----|-------------|------------------------------------|
| 1  | Styczeń     | 0,687                              |
| 2  | Luty        | 0,682                              |
| 3  | Marzec      | 0,574                              |
| 4  | Kwiecień    | 0,515                              |
| 5  | Maj         | 0,148                              |
| 6  | Czerwiec    | -1,292                             |
| 7  | Lipiec      | -7,307                             |
| 8  | Sierpień    | -0,955                             |
| 9  | Wrzesień    | 0,077                              |
| 10 | Październik | 0,437                              |
| 11 | Listopad    | 0,611                              |
| 12 | Grudzień    | 0,654                              |

Miesiąc krytyczny: Styczeń

Wartość czynnika temperatury dla krytycznego miesiąca:  $f_{Rsi,max}=0,687$

### 3.1.2 Wartości obliczeniowego czynnika temperatury $f_{Rsi,min}$ dla przegród stykających się z gruntem

Wartości obliczeniowego czynnika temperatury  $f_{Rsi,min}$  dla przegród: SG 1, PG 1

|    | Miesiąc     | $f_{Rsi,min}$ [W/m <sup>2</sup> K] |
|----|-------------|------------------------------------|
| 1  | Styczeń     | 0,834                              |
| 2  | Luty        | 0,834                              |
| 3  | Marzec      | 0,834                              |
| 4  | Kwiecień    | 0,834                              |
| 5  | Maj         | 0,834                              |
| 6  | Czerwiec    | 0,834                              |
| 7  | Lipiec      | 0,834                              |
| 8  | Sierpień    | 0,834                              |
| 9  | Wrzesień    | 0,834                              |
| 10 | Październik | 0,834                              |
| 11 | Listopad    | 0,834                              |
| 12 | Grudzień    | 0,834                              |

Miesiąc krytyczny: Styczeń, Luty, Marzec, Kwiecień, Maj, Czerwiec, Lipiec, Sierpień, Wrzesień, Październik, Listopad, Grudzień

Wartość czynnika temperatury dla krytycznego miesiąca:  $f_{Rsi,max}=0,834$

### 3.2 Efektywna wartość czynnika temperatury na powierzchni wewnętrznej przegrody wyznaczona na podstawie wartości współczynnika przenikania ciepła elementu U oraz oporu przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej $R_{si}$ dla poszczególnych przegród.

|   | Nazwa przegrody      | Symbol          | U [W/(m <sup>2</sup> •K)] | $f_{Rsi}$ [W/(m <sup>2</sup> •K)] | $f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$<br>[W/(m <sup>2</sup> •K)] | Warunek   |
|---|----------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Ściana zewnętrzna    | SZ 1            | 0,208                     | 0,973                             | 0,973 > 0,687                                      | Spełniony |
| 2 | Strop zewnętrzny     | STZ 1 -<br>dach | 0,129                     | 0,983                             | 0,983 > 0,687                                      | Spełniony |
| 3 | Ściana zewnętrzna    | SZ 2            | 0,251                     | 0,967                             | 0,967 > 0,687                                      | Spełniony |
| 4 | Ściana na gruncie    | SG 1            | 0,290                     | 0,962                             | 0,962 > 0,834                                      | Spełniony |
| 5 | Podłoga na gruncie   | PG 1            | 0,265                     | 0,965                             | 0,965 > 0,834                                      | Spełniony |
| 6 | Strop nad przejazdem | SP 1            | 0,121                     | 0,984                             | 0,984 > 0,687                                      | Spełniony |
| 7 | Ściana zewnętrzna    | SZ 3            | 0,270                     | 0,965                             | 0,965 > 0,687                                      | Spełniony |

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

| Obliczenia zbiorcze dla strefy Część mieszkalna                                                                                                           |       |       |       |       |       |       |       |       |                    |           |                  |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-----------|------------------|-------|
| Temperatura wewnętrzna strefy                                                                                                                             |       |       |       |       |       |       |       |       | q <sub>i</sub>     | 20,5      | °C               |       |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze                                                                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       | A <sub>f</sub>     | 1681,3    | m <sup>2</sup>   |       |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       | q <sub>int</sub>   | 7,5       | W/m <sup>2</sup> |       |
| Pojemność cieplna budynku                                                                                                                                 |       |       |       |       |       |       |       |       | C <sub>m</sub>     | 437125000 | J/K              |       |
| Stała czasowa budynku                                                                                                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | t                  | 71,3      | h                |       |
| Udział granicznych potrzeb ciepła                                                                                                                         |       |       |       |       |       |       |       |       | g <sub>H,lim</sub> | 1,2       | -                |       |
| -                                                                                                                                                         |       |       |       |       |       |       |       |       | a <sub>H</sub>     | 5,8       | -                |       |
| 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 q <sub>e</sub> , °C                                                                                                        | -1,2  | -0,9  | 4,4   | 6,3   | 12,2  | 17,1  | 19,2  | 16,6  | 12,8               | 8,2       | 2,9              | 0,8   |
| 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,th</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>tr</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c | 10401 | 9264  | 7719  | 6590  | 3984  | 1585  | 632   | 1877  | 3577               | 5899      | 8165             | 9443  |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację Q <sub>ve</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>ve</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c    | 17104 | 15235 | 12694 | 10837 | 6552  | 0     | 0     | 0     | 5883               | 9702      | 13428            | 15529 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację Q <sub>H,ht</sub> =Q <sub>H,t</sub> +Q <sub>ve</sub> kWh/m-c                                      | 27505 | 24500 | 20413 | 17426 | 10536 | 1585  | 632   | 1877  | 9461               | 15601     | 21593            | 24972 |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q <sub>sol</sub> , kWh/m-c                                                                                     | 3691  | 4568  | 8758  | 12236 | 16974 | 17843 | 18403 | 16003 | 10596              | 6268      | 3018             | 2475  |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q <sub>int</sub> =q <sub>int</sub> *10 <sup>-3</sup> *A <sub>f</sub> *t <sub>m</sub> kWh/m-c                           | 9381  | 8474  | 9381  | 9079  | 9381  | 9079  | 9381  | 9381  | 9079               | 9381      | 9079             | 9381  |
| Miesięczne zyski ciepła Q <sub>H,gn</sub> =Q <sub>sol</sub> +Q <sub>int</sub> kWh/m-c                                                                     | 13072 | 13042 | 18140 | 21315 | 26355 | 26922 | 27785 | 25385 | 19674              | 15650     | 12096            | 11856 |
| g <sub>H</sub> =Q <sub>H,gn</sub> /Q <sub>H,ht</sub>                                                                                                      | 0,48  | 0,53  | 0,89  | 1,22  | 2,50  | 6,42  | 16,62 | 5,11  | 2,08               | 1,00      | 0,56             | 0,47  |
| g <sub>H,1</sub>                                                                                                                                          | 0,48  | 0,50  | 0,71  | 1,06  | 1,86  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 1,54               | 0,78      | 0,52             | 0,48  |
| g <sub>H,2</sub>                                                                                                                                          | 0,50  | 0,71  | 1,06  | 1,86  | 4,46  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 3,60               | 1,54      | 0,78             | 0,52  |
| f <sub>H,m</sub>                                                                                                                                          | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 0,35  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00               | 0,66      | 1,00             | 1,00  |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, h <sub>H,gn</sub>                                                                                               | 0,99  | 0,99  | 0,90  | 0,75  | 0,40  | 0,16  | 0,06  | 0,20  | 0,48               | 0,85      | 0,98             | 0,99  |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q <sub>H,nd,n</sub> =Q <sub>H,ht</sub> - h <sub>H,gn</sub> *Q <sub>H,gn</sub> kWh/m-c                               | 14528 | 11622 | 4136  | 472   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 1507      | 9690             | 13202 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd</sub> =S(Q <sub>H,nd,n</sub> ), kWh/rok                                |       |       |       |       |       |       |       |       |                    |           | 55156,6          |       |

| Obliczenia zbiorcze dla strefy klatki schodowe                                                                                                            |      |      |      |      |       |       |       |       |                    |          |                  |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------------------|----------|------------------|------|
| Temperatura wewnętrzna strefy                                                                                                                             |      |      |      |      |       |       |       |       | q <sub>i</sub>     | 8,0      | °C               |      |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze                                                                                                   |      |      |      |      |       |       |       |       | A <sub>f</sub>     | 197,1    | m <sup>2</sup>   |      |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi                                                                                                       |      |      |      |      |       |       |       |       | q <sub>int</sub>   | 1,0      | W/m <sup>2</sup> |      |
| Pojemność cieplna budynku                                                                                                                                 |      |      |      |      |       |       |       |       | C <sub>m</sub>     | 32524800 | J/K              |      |
| Stała czasowa budynku                                                                                                                                     |      |      |      |      |       |       |       |       | t                  | 52,8     | h                |      |
| Udział granicznych potrzeb ciepła                                                                                                                         |      |      |      |      |       |       |       |       | g <sub>H,lim</sub> | 1,2      | -                |      |
| -                                                                                                                                                         |      |      |      |      |       |       |       |       | a <sub>H</sub>     | 4,5      | -                |      |
| 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 q <sub>e</sub> , °C                                                                                                        | -1,2 | -0,9 | 4,4  | 6,3  | 12,2  | 17,1  | 19,2  | 16,6  | 12,8               | 8,2      | 2,9              | 0,8  |
| 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,th</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>tr</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c | 229  | 200  | 90   | 41   | -104  | -219  | -278  | -214  | -115               | -5       | 123              | 179  |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację Q <sub>ve</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>ve</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c    | 943  | 824  | 369  | 169  | -431  | 0     | 0     | 0     | -476               | -21      | 506              | 738  |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację Q <sub>H,ht</sub> =Q <sub>H,t</sub> +Q <sub>ve</sub> kWh/m-c                                      | 1172 | 1024 | 459  | 210  | -535  | -219  | -278  | -214  | -592               | -25      | 629              | 917  |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q <sub>sol</sub> , kWh/m-c                                                                                     | 147  | 178  | 330  | 459  | 632   | 681   | 684   | 605   | 406                | 245      | 116              | 94   |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q <sub>int</sub> =q <sub>int</sub> *10 <sup>-3</sup> *A <sub>f</sub> *t <sub>m</sub> kWh/m-c                           | 147  | 132  | 147  | 142  | 147   | 142   | 147   | 147   | 142                | 147      | 142              | 147  |
| Miesięczne zyski ciepła Q <sub>H,gn</sub> =Q <sub>sol</sub> +Q <sub>int</sub> kWh/m-c                                                                     | 294  | 310  | 476  | 600  | 779   | 823   | 831   | 752   | 547                | 391      | 258              | 241  |
| g <sub>H</sub> =Q <sub>H,gn</sub> /Q <sub>H,ht</sub>                                                                                                      | 0,25 | 0,30 | 1,04 | 2,87 | -1,46 | -0,73 | -0,58 | -0,69 | -0,93              | -15,36   | 0,41             | 0,26 |
| g <sub>H,1</sub>                                                                                                                                          | 0,26 | 0,28 | 0,67 | 1,95 | 2,87  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 2,87               | 1,64     | 0,34             | 0,26 |
| g <sub>H,2</sub>                                                                                                                                          | 0,28 | 0,67 | 1,95 | 2,87 | 2,87  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 2,87               | 2,87     | 1,64             | 0,34 |
| f <sub>H,m</sub>                                                                                                                                          | 1,00 | 1,00 | 0,60 | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00               | 0,00     | 0,83             | 1,00 |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, h <sub>H,gn</sub>                                                                                               | 1,00 | 1,00 | 0,80 | 0,35 | -0,69 | -1,36 | -1,72 | -1,46 | -1,08              | -0,07    | 0,99             | 1,00 |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q <sub>H,nd,n</sub> =Q <sub>H,ht</sub> - h <sub>H,gn</sub> *Q <sub>H,gn</sub> kWh/m-c                               | 878  | 715  | 46   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                  | 0        | 310              | 677  |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd</sub> =S(Q <sub>H,nd,n</sub> ), kWh/rok                                |      |      |      |      |       |       |       |       |                    |          | 2625,4           |      |

| Obliczenia zbiorcze dla strefy piwnica                                                                                                                    |      |      |      |      |       |       |       |       |                   |          |                  |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|----------|------------------|------|
| Temperatura wewnętrzna strefy                                                                                                                             |      |      |      |      |       |       |       |       | q <sub>i</sub>    | 8,8      | °C               |      |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze                                                                                                   |      |      |      |      |       |       |       |       | A <sub>f</sub>    | 485,0    | m <sup>2</sup>   |      |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi                                                                                                       |      |      |      |      |       |       |       |       | q <sub>int</sub>  | 1,0      | W/m <sup>2</sup> |      |
| Pojemność cieplna budynku                                                                                                                                 |      |      |      |      |       |       |       |       | C <sub>m</sub>    | 80025000 | J/K              |      |
| Stała czasowa budynku                                                                                                                                     |      |      |      |      |       |       |       |       | t                 | 58,1     | h                |      |
| Udział granicznych potrzeb ciepła                                                                                                                         |      |      |      |      |       |       |       |       | g <sub>Hlim</sub> | 1,2      | -                |      |
| -                                                                                                                                                         |      |      |      |      |       |       |       |       | a <sub>H</sub>    | 4,9      | -                |      |
| 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 q <sub>e</sub> , °C                                                                                                        | -1,2 | -0,9 | 4,4  | 6,3  | 12,2  | 17,1  | 19,2  | 16,6  | 12,8              | 8,2      | 2,9              | 0,8  |
| 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,th</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>tr</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c | 821  | 719  | 359  | 196  | -285  | -667  | -862  | -648  | -323              | 45       | 467              | 656  |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację Q <sub>ve</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>ve</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c    | 2010 | 1761 | 879  | 479  | -697  | 0     | 0     | 0     | -792              | 111      | 1144             | 1606 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację Q <sub>H,ht</sub> =Q <sub>H,t</sub> +Q <sub>ve</sub> kWh/m-c                                      | 2831 | 2480 | 1238 | 675  | -982  | -667  | -862  | -648  | -1115             | 157      | 1611             | 2262 |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q <sub>sol</sub> , kWh/m-c                                                                                     | 139  | 177  | 343  | 489  | 683   | 724   | 744   | 643   | 424               | 247      | 119              | 97   |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q <sub>int</sub> =q <sub>int</sub> *10 <sup>-3</sup> *A <sub>f</sub> *t <sub>m</sub> kWh/m-c                           | 361  | 326  | 361  | 349  | 361   | 349   | 361   | 361   | 349               | 361      | 349              | 361  |
| Miesięczne zyski ciepła Q <sub>H,gn</sub> =Q <sub>sol</sub> +Q <sub>int</sub> kWh/m-c                                                                     | 500  | 503  | 704  | 838  | 1044  | 1073  | 1105  | 1003  | 773               | 608      | 468              | 458  |
| g <sub>H</sub> =Q <sub>H,gn</sub> /Q <sub>H,ht</sub>                                                                                                      | 0,18 | 0,20 | 0,57 | 1,24 | -1,06 | -0,47 | -0,37 | -0,45 | -0,69             | 3,89     | 0,29             | 0,20 |
| g <sub>H,1</sub>                                                                                                                                          | 0,19 | 0,19 | 0,39 | 0,91 | 1,24  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 2,56              | 2,09     | 0,25             | 0,19 |
| g <sub>H,2</sub>                                                                                                                                          | 0,19 | 0,39 | 0,91 | 1,24 | 1,24  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 3,89              | 3,89     | 2,09             | 0,25 |
| f <sub>H,m</sub>                                                                                                                                          | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,44 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00              | 0,00     | 0,75             | 1,00 |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, h <sub>H,gn</sub>                                                                                               | 1,00 | 1,00 | 0,97 | 0,73 | -0,94 | -2,14 | -2,69 | -2,23 | -1,44             | 0,26     | 1,00             | 1,00 |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q <sub>H,nd,n</sub> =Q <sub>H,ht</sub> - h <sub>H,gn</sub> *Q <sub>H,gn</sub> kWh/m-c                               | 2332 | 1978 | 554  | 28   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0                 | 0        | 863              | 1805 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd</sub> =S(Q <sub>H,nd,n</sub> ), kWh/rok                                |      |      |      |      |       |       |       |       |                   |          | 7559,8           |      |

| Obliczenia zbiorcze dla strefy Część biurowa                                                                                                              |      |      |      |      |      |      |       |      |                    |         |                  |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------------------|---------|------------------|------|
| Temperatura wewnętrzna strefy                                                                                                                             |      |      |      |      |      |      |       |      | q <sub>i</sub>     | 20,0    | °C               |      |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze                                                                                                   |      |      |      |      |      |      |       |      | A <sub>f</sub>     | 50,0    | m <sup>2</sup>   |      |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi                                                                                                       |      |      |      |      |      |      |       |      | q <sub>int</sub>   | 3,0     | W/m <sup>2</sup> |      |
| Pojemność cieplna budynku                                                                                                                                 |      |      |      |      |      |      |       |      | C <sub>m</sub>     | 8246700 | J/K              |      |
| Stała czasowa budynku                                                                                                                                     |      |      |      |      |      |      |       |      | t                  | 47,3    | h                |      |
| Udział granicznych potrzeb ciepła                                                                                                                         |      |      |      |      |      |      |       |      | g <sub>H,lim</sub> | 1,2     | -                |      |
| -                                                                                                                                                         |      |      |      |      |      |      |       |      | a <sub>H</sub>     | 4,2     | -                |      |
| 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 q <sub>e</sub> , °C                                                                                                        | -1,2 | -0,9 | 4,4  | 6,3  | 12,2 | 17,1 | 19,2  | 16,6 | 12,8               | 8,2     | 2,9              | 0,8  |
| 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,th</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>tr</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c | 259  | 230  | 190  | 162  | 95   | 34   | 10    | 41   | 85                 | 144     | 202              | 234  |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację Q <sub>ve</sub> =10 <sup>-3</sup> *H <sub>ve</sub> *(q <sub>i</sub> -q <sub>e</sub> )*t <sub>m</sub> kWh/m-c    | 506  | 450  | 372  | 316  | 186  | 0    | 0     | 0    | 166                | 282     | 395              | 458  |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację Q <sub>H,ht</sub> =Q <sub>H,t</sub> +Q <sub>ve</sub> kWh/m-c                                      | 764  | 681  | 562  | 478  | 281  | 34   | 10    | 41   | 251                | 425     | 597              | 692  |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q <sub>sol</sub> , kWh/m-c                                                                                     | 71   | 79   | 143  | 183  | 244  | 249  | 260   | 234  | 160                | 102     | 50               | 42   |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q <sub>int</sub> =q <sub>int</sub> *10 <sup>-3</sup> *A <sub>f</sub> *t <sub>m</sub> kWh/m-c                           | 112  | 101  | 112  | 108  | 112  | 108  | 112   | 112  | 108                | 112     | 108              | 112  |
| Miesięczne zyski ciepła Q <sub>H,gn</sub> =Q <sub>sol</sub> +Q <sub>int</sub> kWh/m-c                                                                     | 183  | 180  | 255  | 291  | 355  | 357  | 371   | 346  | 268                | 213     | 158              | 153  |
| g <sub>H</sub> =Q <sub>H,gn</sub> /Q <sub>H,ht</sub>                                                                                                      | 0,24 | 0,26 | 0,45 | 0,61 | 1,26 | 3,53 | 12,87 | 2,82 | 1,07               | 0,50    | 0,26             | 0,22 |
| g <sub>H,1</sub>                                                                                                                                          | 0,23 | 0,25 | 0,36 | 0,53 | 0,94 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,78               | 0,38    | 0,24             | 0,23 |
| g <sub>H,2</sub>                                                                                                                                          | 0,25 | 0,36 | 0,53 | 0,94 | 2,40 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 1,94               | 0,78    | 0,38             | 0,24 |
| f <sub>H,m</sub>                                                                                                                                          | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,46 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,60               | 1,00    | 1,00             | 1,00 |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, h <sub>H,gn</sub>                                                                                               | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,95 | 0,70 | 0,28 | 0,08  | 0,35 | 0,78               | 0,97    | 1,00             | 1,00 |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q <sub>H,nd,n</sub> =Q <sub>H,ht</sub> - h <sub>H,gn</sub> *Q <sub>H,gn</sub> kWh/m-c                               | 582  | 502  | 313  | 203  | 15   | 0    | 0     | 0    | 25                 | 218     | 439              | 539  |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>H,nd</sub> =S(Q <sub>H,nd,n</sub> ), kWh/rok                                |      |      |      |      |      |      |       |      |                    |         | 2836,0           |      |

| Całość budynku                                                |                  |                |                |                |                                             |
|---------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------------|
| Zestawienie stref                                             |                  |                |                |                |                                             |
| Numer strefy                                                  | Nazwa strefy     | A <sub>f</sub> | V              | q <sub>i</sub> | Zapotrzebowanie na ciepło Q <sub>H,nd</sub> |
|                                                               | -                | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> | °C             | kWh/rok                                     |
| 1                                                             | Część mieszkalna | 1681,25        | 4536,15        | 20,5           | 55156,62                                    |
| 2                                                             | klatki schodowe  | 197,12         | 590,52         | 8,0            | 2625,40                                     |
| 3                                                             | piwnica          | 485,00         | 1163,80        | 8,8            | 7559,76                                     |
| 4                                                             | Część biurowa    | 49,98          | 137,45         | 20,0           | 2835,96                                     |
| Całkowite zapotrzebowanie strefy SQ <sub>H,nd</sub> [kWh/rok] |                  |                |                |                | 68177,74                                    |

**5) Tabela zbiorcza sezonowego zapotrzebowania na ciepłą wodę Q<sub>W,nd</sub>**

| Obliczenia instalacja ciepłej wody użytkowej                    |          |                         |
|-----------------------------------------------------------------|----------|-------------------------|
| Całość budynku                                                  |          |                         |
| Ciepło właściwe wody, c <sub>w</sub>                            | 4,19     | kJ/kg•K                 |
| Gęstość wody, r <sub>W</sub>                                    | 1000     | kg/m <sup>3</sup>       |
| Temperatura ciepłej wody, q <sub>cw</sub>                       | 55       | °C                      |
| Temperatura zimnej wody, q <sub>o</sub>                         | 10       | °C                      |
| Współczynnik korekcyjny, k <sub>t</sub>                         | 1,00     | -                       |
| Liczba jednostek odniesienia, L <sub>i</sub>                    | 104      | j.o.                    |
| Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe                              | 0,80     | -                       |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V <sub>cw</sub>        | 38,40    | dm <sup>3</sup> /j.o.•d |
| Mnożnik na przerwy urlopowe                                     | 0,90     | -                       |
| Czas użytkowania instalacji, t <sub>uz</sub>                    | 365,00   | dni                     |
| Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, Q <sub>W,nd</sub> | 54968,51 | kWh/rok                 |

**6) Tabela zbiorcza sprawności systemu ogrzewania i wentylacji**

| Część budynku                          |                                                                                                                     |         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Nazwa źródła                           | Nowe źródło ogrzewania                                                                                              |         |
| Nr źródła                              | 1                                                                                                                   | -       |
| Udział procentowy                      | 100                                                                                                                 | %       |
| Rodzaj nośnika energii                 | Ciepło z ciepłowni węglowej                                                                                         |         |
| Współczynnik W <sub>H</sub>            | 1,30                                                                                                                | -       |
| Współczynnik W <sub>el</sub>           | 3,00                                                                                                                | -       |
| Energia użytkowa Q <sub>H,nd</sub>     | 68177,74                                                                                                            | kWh/rok |
| Wybrany wariant wytwarzania            | Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300kW                                                                     |         |
| Sprawność wytwarzania h <sub>H,g</sub> | 0,93                                                                                                                | -       |
| Wybrany wariant regulacji              | Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej (zakres P-1K) |         |
| Sprawność regulacji h <sub>H,e</sub>   | 0,97                                                                                                                | -       |
| Wybrany wariant przesyłu               | C.o. wodne z źródłem w budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami w pom. ogrzewanych              |         |
| Sprawność przesyłu h <sub>H,d</sub>    | 0,97                                                                                                                | -       |

|                                                                  |                           |         |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| Wybrany wariant akumulacji                                       | Brak zasobnika buforowego |         |
| Sprawność akumulacji $h_{H,s}$                                   | 1,00                      | -       |
| Całkowita sprawność systemu zasilania i tego nośnika $h_{H,tot}$ | 0,88                      | -       |
| Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,H\%}$                | 768,94                    | kWh/rok |

**7) 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                                           | Ciepło z ciepłowni węglowej                                                                                                                      |         |
| Współczynnik $W_w$                                               | 1,30                                                                                                                                             | -       |
| Współczynnik $W_{el}$                                            | 3,00                                                                                                                                             | -       |
| Energia użytkowa $Q_{W,nd}$                                      | 54968,51                                                                                                                                         | kWh/rok |
| Wybrany wariant wytwarzania                                      | Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i ciepła woda)                                                                                    |         |
| Sprawność wytwarzania $h_{w,g}$                                  | 0,96                                                                                                                                             | -       |
| Wybrany wariant przesyłu                                         | Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacja ciepłej wody z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane |         |
| Rodzaj przesyłu ciepłej wody                                     | Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody                                                                                           |         |
| Sprawność przesyłu $h_{w,d}$                                     | 0,84                                                                                                                                             | -       |
| Wybrany wariant akumulacji                                       | Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego                                                                                     |         |
| Sprawność akumulacji $h_{w,s}$                                   | 0,84                                                                                                                                             | -       |
| Całkowita sprawność systemu zasilania i tego nośnika $h_{w,tot}$ | 0,48                                                                                                                                             | -       |
| Energia na urządzenia pomocnicze $E_{el,pom,W\%}$                | 487,60                                                                                                                                           | kWh/rok |

**8) Tabela zbiorcza wyników energii pierwotnej i końcowej**

| Część budynku                                                                                                                                                         |                          |                      |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|
| Ogrzewanie i wentylacja                                                                                                                                               |                          |                      |                           |
| Nr źródła                                                                                                                                                             | Nazwa źródła             | $Q_{K,H}$<br>kWh/rok | $Q_{P,H}$<br>kWh/rok      |
| 1                                                                                                                                                                     | Nowe źródło ogrzewania   | 77914,12             | 103595,18                 |
| Suma                                                                                                                                                                  |                          | 77914,12             | 103595,18                 |
| Przygotowanie ciepłej wody                                                                                                                                            |                          |                      |                           |
| Nr źródła                                                                                                                                                             | Nazwa źródła             | $Q_{K,W}$<br>kWh/rok | $Q_{P,W}$<br>kWh/rok      |
| 1                                                                                                                                                                     | Nowe źródło ciepłej wody | 113608,86            | 149154,30                 |
| Suma                                                                                                                                                                  |                          | 113608,86            | 149154,30                 |
| Zestawienie energii pierwotnej $Q_P = Q_{P,H} + Q_{P,W}$                                                                                                              |                          | 252749,49            | kWh/rok                   |
| Zestawienie energii końcowej $E_K = (Q_{K,H} + Q_{K,W}) / A_f$                                                                                                        |                          | 79,36                | kWh/(m <sup>2</sup> •rok) |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP = Q_P / A_f$ |                          | 104,73               | kWh/(m <sup>2</sup> •rok) |

| Budynek referencyjny wg WT 2014                                                                                                                                                                                           |                                 |                                                            |                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Powierzchnia użytkowa ogrzewanego budynku                                                                                                                                                                                 | $A_{\text{f}}$                  | 24 13,35                                                   | $\text{m}^2$                               |
| Cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej                                                                                                    | $\Delta \text{EP}_{\text{H+W}}$ | 105,00                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia | $\text{EP}_{\text{max}}$        | 105,00                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Sprawdzenie warunku na EP                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                            |                                            |
| $\text{EP kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$                                                                                                                                                                             |                                 | $\text{EP}_{\text{max kWh}}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ | Uwagi                                      |
| 104,73                                                                                                                                                                                                                    | <                               | 105,00                                                     | Warunek spełniony                          |

#### 9) Wyliczenia dla budynku wielofunkcyjnego

| Dane zbiorcze ze stref budynku                                                                                                                                                 |                           |                                                            |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Powierzchnia ogrzewana całości budynku                                                                                                                                         | $A_{\text{f}}$            | 24 13,35                                                   | $\text{m}^2$                               |
| Grupa: Część budynku                                                                                                                                                           |                           |                                                            |                                            |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia                         | EP                        | 104,73                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Maksymalna wartość rocznego wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia | $\text{EP}_{\text{max}}$  | 105,00                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Średnioważony współczynnik $\text{EP}_{\text{m}}$                                                                                                                              |                           |                                                            |                                            |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia                         | $\text{EP}_{\text{m}}$    | 104,73                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Maksymalna wartość rocznego wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia | $\text{EP}_{\text{mmax}}$ | 105,00                                                     | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia                                         | $\text{EK}_{\text{m}}$    | 79,36                                                      | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ |
| Sprawdzenie warunku na EP                                                                                                                                                      |                           |                                                            |                                            |
| $\text{EP kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$                                                                                                                                  |                           | $\text{EP}_{\text{max kWh}}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ | Uwagi                                      |
| 104,73                                                                                                                                                                         | <                         | 105,00                                                     | Warunek spełniony                          |

#### 10) Sprawdzenie warunków granicznych wg WT 2014

| Nazwa                                                | Spełniony | Niespełniony | Uwagi |
|------------------------------------------------------|-----------|--------------|-------|
| Warunek izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych | Tak       |              |       |
| Warunek powierzchni okien                            | Tak       |              |       |
| Warunek $\text{EP} < \text{EP}_{\text{max}}$         | Tak       |              |       |
| Warunek powierzchniowej kondensacji pary wodnej      | Tak       |              |       |

#### 11) Bilans mocy

| Lp. | Branża                     | Zapotrzebowanie na moc $\text{Epom}$ [kWh/rok] | Uwagi |
|-----|----------------------------|------------------------------------------------|-------|
| 1   | Ogrzewanie                 | 768,94                                         |       |
| 2   | Przygotowanie ciepłej wody | 487,60                                         |       |

# Ekonomiczna analiza optymalizacyjno-porównawcza

Tytuł: Analiza porównawcza kosztów ogrzewania, ciepłej wody i chłodzenia dla systemu konwencjonalnego (ciepło z węzła cieplnego ) i alternatywnego (pompy ciepła, system VRV).

Łódź, 2014-05-15

## Spis treści:

1. Dane budynku
2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową
3. Dostępne nośniki energii
4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych
5. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa
6. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej
7. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
8. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
9. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii
10. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji
11. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody
12. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zapotrzebowania w energię
13. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię
14. Zestawienie kosztów inwestycyjno - eksploatacyjnych za okres 10.00 lat

## 1. Dane budynku

### 1.1. Dane adresowe:

Nazwa budynku: Budynek mieszkalny wielorodzinny

Adres budynku: Legionowo, ul. Polskiej Organizacji Wojskowej

Nazwa inwestora: Gmina Miejska Legionowo , Urząd Miasta Legionowo

Adres inwestora: Legionowo, ul.marsz. Józefa Piłsudskiego 41

### 1.2. Dane geometryczne:

Przeznaczenie budynku: Budynek mieszkalny wielorodzinny

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Warszawa - Okęcie

Powierzchnia zabudowy  $A_z=600,74 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=2413,27 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=2413,27 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym  $V_e=13055,00 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=6427,92 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 5

## 2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

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

#### 2.1.1. System projektowany

| Lp. | Rodzaj paliwa               | Udział % | $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|-----------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 68177,7              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 768,94 kWh/rok

#### 2.1.2. System alternatywny

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Udział % | $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|------------------------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 100,0    | 68177,7              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 756,97 kWh/rok

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

#### 2.2.1. System projektowany

| Lp. | Rodzaj paliwa               | Udział % | $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|-----------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 54968,5              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 487,60 kWh/rok

#### 2.2.2. System alternatywny

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Udział % | $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|------------------------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 60,0     | 32981,1              |
| 2   | Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 40,0     | 21987,4              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 521,79 kWh/rok

## 3. Dostępne nośniki energii - energia elektryczna, ciepło z sieci miejskiej

### 4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Brak możliwości podłączenia innych nośników

## 5. Zestawienie użytych cen jednostkowych na poszczególne paliwa

### 5.1 Budynek projektowany

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Cena jedn. | Jedn.  | Uwagi |
|-----|------------------------------------------|------------|--------|-------|
| 1   | Ciepło z ciepłowni węglowej              | 0.07       | zł/kWh |       |
| 2   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 0.50       | zł/kWh |       |

### 5.2 Budynek z alternatywnymi źródłami energii

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Cena jedn. | Jedn.  | Uwagi |
|-----|------------------------------------------|------------|--------|-------|
| 1   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 0.50       | zł/kWh |       |
| 2   | Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 0.00       | zł/kWh |       |

# 6. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej

| Lp. | Nazwa systemu       | Wariant projektowany                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wariant alternatywny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Opis ogólny         | Analiza porównawcza dla budynku wielorodzinnego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Analiza porównawcza dla budynku wielorodzinnego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2   | System ogrzewania   | TAK, Źródło 'Nowe źródło ogrzewania' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło z ciepłowni węglowej o $wH=1,30$ , typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300kW o sprawności wytwarzania $hH,g=0,93$ , Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi z regulacją centralną i miejscową(zakres P-1K) o sprawności regulacji $hH,e=0,97$ , C.o. wodne z źródłem w budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami w pom. ogrzewanych o sprawności przesyłu $hH,d=0,97$ , Brak zasobnika buforowego o sprawności akumulacji $hH,s=1,00$ . | TAK, Źródło o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Energia elektryczna - produkcja mieszana, typu Pompa ciepła powietrze/woda w nowych budynkach o sprawności wytwarzania $hH,g=2,70$ , Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi z regulacją centralną i miejscową(zakres P-2K) o sprawności regulacji $hH,e=0,93$ , C.o. wodne z źródłem w budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami w pom. ogrzewanych o sprawności przesyłu $hH,d=0,97$ , Brak zasobnika buforowego o sprawności akumulacji $hH,s=1,00$ .                                                                                                                                                                                |
| 3   | System wentylacji   | TAK, z przewagą wentylacji typu 'Wentylacja grawitacyjna' o strumieniu powietrza $Vo=4499,54 \text{ m}^3/\text{h}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | TAK, z przewagą wentylacji typu 'Wentylacja grawitacyjna' o strumieniu powietrza $Vo=4499,54 \text{ m}^3/\text{h}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4   | System ciepłej wody | TAK, Źródło 'Nowe źródło ciepłej wody' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło z ciepłowni węglowej o $wW=1,30$ , typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i ciepła woda) o sprawności wytwarzania $hW,g=0,96$ , Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów o sprawności przesyłu $hW,d=0,60$ , Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego o sprawności akumulacji $hW,s=0,84$ .                                                                                                              | TAK, Źródło o udziale procentowym 60,00 % na paliwo Energia elektryczna - produkcja mieszana, typu Pompa ciepła glikol/woda o sprawności wytwarzania $hW,g=3,20$ , Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów o sprawności przesyłu $hW,d=0,70$ , Brak zasobnika o sprawności akumulacji $hW,s=1,00$ , Źródło o udziale procentowym 40,00 % na paliwo Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne, typu Kolektory słoneczne o sprawności wytwarzania $hW,g=1,00$ , Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów o sprawności przesyłu $hW,d=0,70$ , Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego o sprawności akumulacji $hW,s=0,84$ . |

# 7. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

## 7.1. Budynek projektowany

| Rodzaj paliwa               | Udział % | $h_{H,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|-----------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 0,88        | 1,00  | kWh/kWh | 77914,1             | 77914,1          | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 768,94 kWh/rok

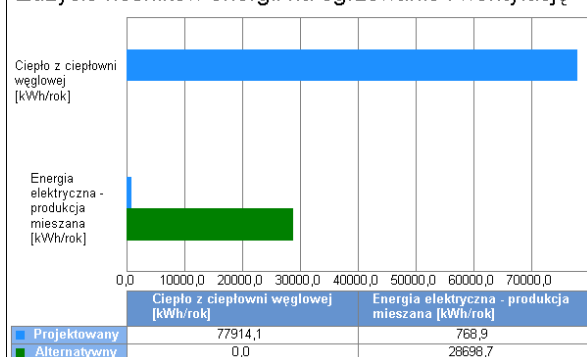
## 7.2. Budynek z alternatywnymi źródłami energii

| Rodzaj paliwa                            | Udział % | $h_{H,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|------------------------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | 100,0    | 2,44        | 1,00  | kWh/kWh | 27941,7             | 27941,7          | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 756,97 kWh/rok

## 7.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego

Zużycie nośników energii na ogrzewanie i wentylację



Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu ogrzewania i wentylacji

## 8. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 8.1. Budynek projektowany

| Rodzaj paliwa               | Udział % | $h_{w,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|-----------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 0,48        | 1,00  | kWh/kWh | 113608,9            | 113608,9         | kWh/rok |

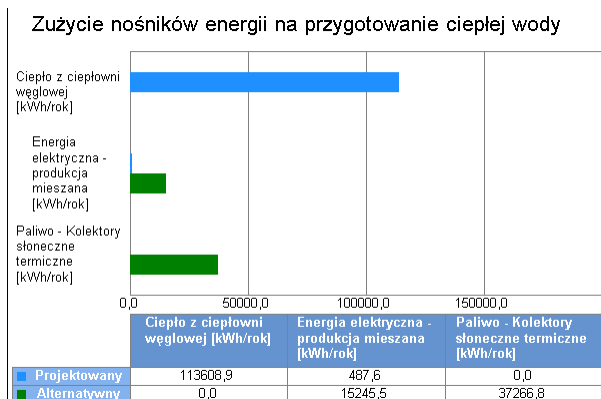
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 487,60 kWh/rok

### 8.2. Budynek z alternatywnymi źródłami energii

| Rodzaj paliwa                            | Udział % | $h_{w,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|------------------------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | 60,0     | 2,24        | 1,00  | kWh/kWh | 14723,7             | 14723,7          | kWh/rok |
| Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 40,0     | 0,59        | 1,00  | kWh/kWh | 37266,8             | 37266,8          | kWh/rok |

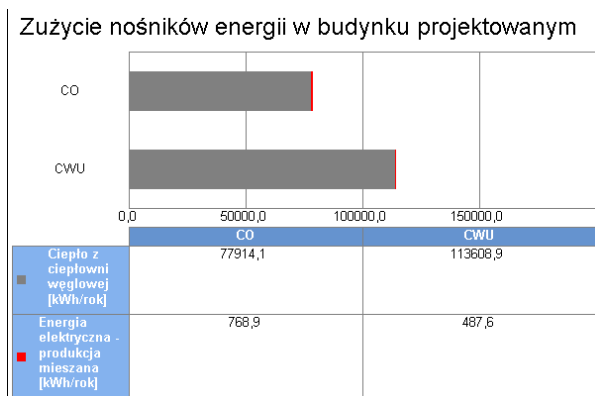
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 521,79 kWh/rok

### 8.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego

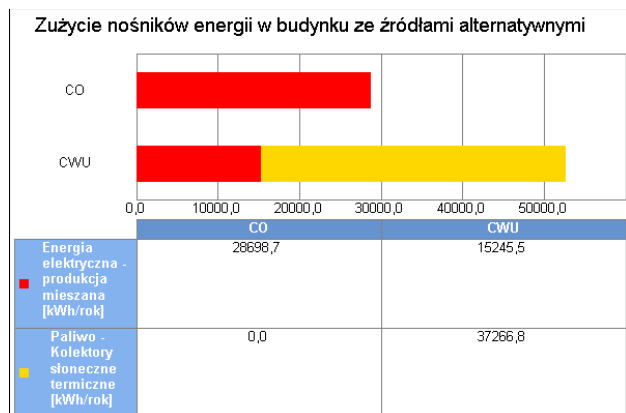


Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu przygotowania ciepłej wody

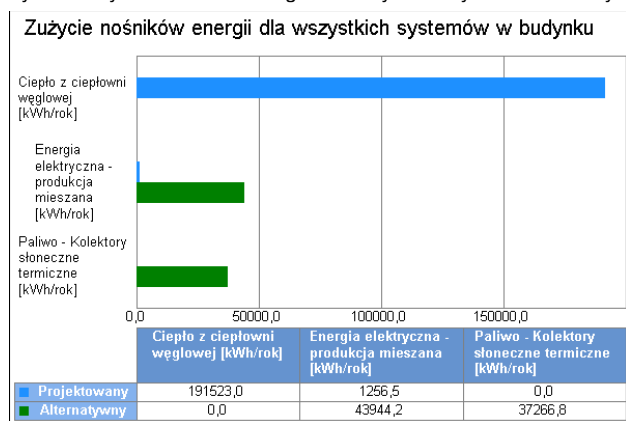
## 9. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku projektowanym



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku ze źródłami alternatywnymi

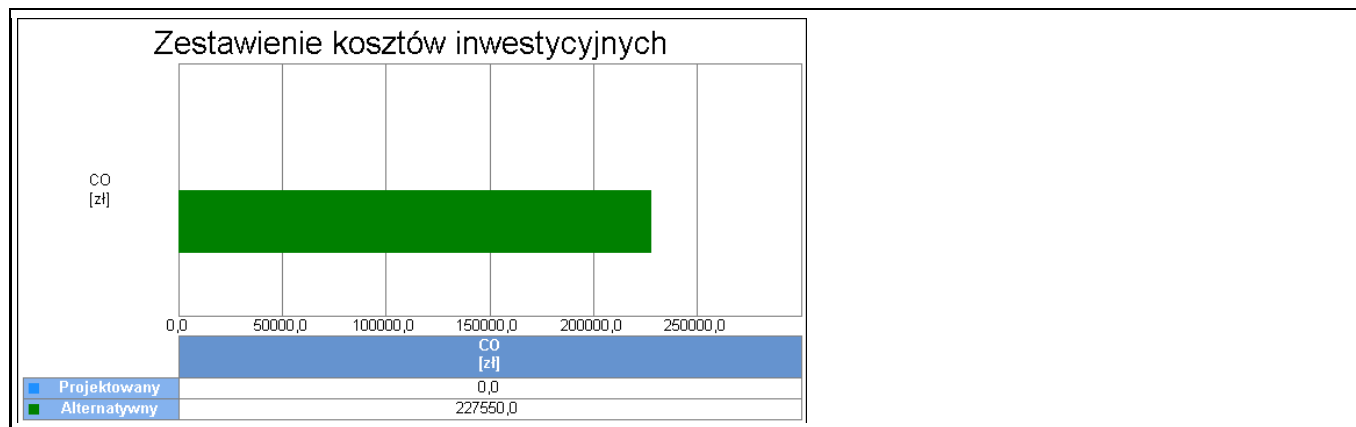


Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku

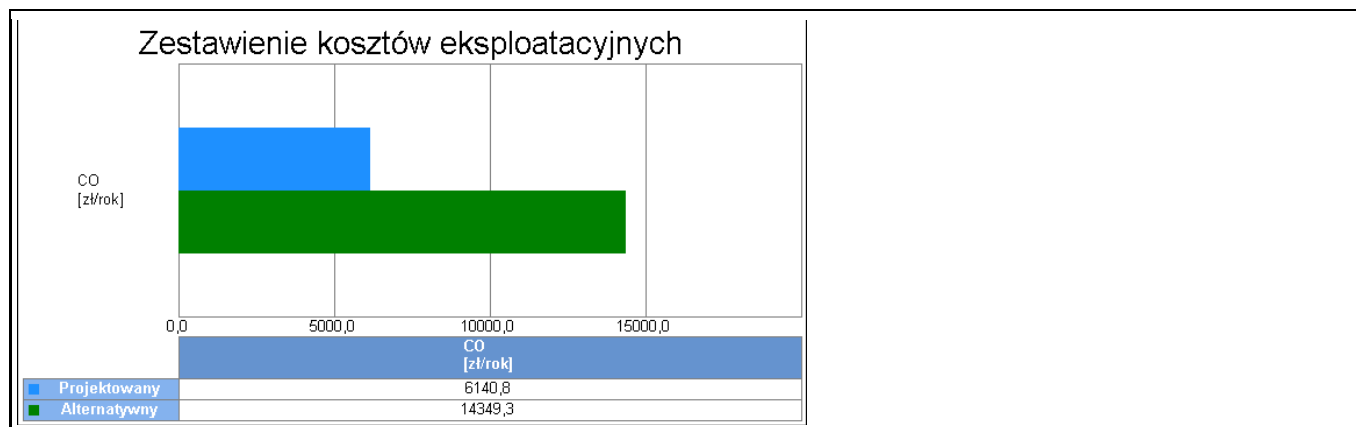
#### 10. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

| Budynek projektowany                                                                             |                                          |                |         |          |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|---------|----------|-------|
| Koszty eksploatacyjne                                                                            |                                          |                |         |          |       |
| Lp.                                                                                              | Rodzaj robót                             | Zużycie paliwa | Jedn.   | Koszty   | Uwagi |
| 1                                                                                                | Ciepło z ciepłowni węglowej              | 77914.12       | kWh/rok | 5516.32  |       |
| 2                                                                                                | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 768.94         | kWh/rok | 384.47   |       |
| Oplaty stale O <sub>m</sub>                                                                      |                                          |                | zł/m-c  | 0.00     | ...   |
| Abonament Ab                                                                                     |                                          |                | zł/m-c  | 20.00    | ...   |
| Całkowite koszty eksploatacyjne<br>K <sub>H,E</sub> = 12•O <sub>m</sub> + 12•Ab + SB•Cena jedn.= |                                          |                | zł/rok  | 6140.79  |       |
| Budynek z alternatywnymi źródłami energii                                                        |                                          |                |         |          |       |
| Koszty eksploatacyjne                                                                            |                                          |                |         |          |       |
| Lp.                                                                                              | Rodzaj robót                             | Zużycie paliwa | Jedn.   | Koszty   | Uwagi |
| 1                                                                                                | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 27941.70       | kWh/rok | 13970.85 |       |
| Oplaty stale O <sub>m</sub>                                                                      |                                          |                | zł/m-c  | 0.00     | ...   |
| Abonament Ab                                                                                     |                                          |                | zł/m-c  | 0.00     | ...   |
| Całkowite koszty eksploatacyjne                                                                  |                                          |                | zł/rok  | 14349.33 |       |

| $K_{H,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.} =$ |                             |             |            |                  |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------|------------------|---------------------------------|
| <b>Koszty inwestycyjne</b>                                            |                             |             |            |                  |                                 |
| Lp.                                                                   | Rodzaj robót                | Ilość robót | Cena jedn. | Koszty robót     | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1                                                                     | pompa ciepła zakup i montaż | 1.0         | 185000.00  | 227550.00        |                                 |
| <b>Całkowite koszty inwestycyjne <math>K_{H,I} =</math></b>           |                             |             | <b>zł</b>  | <b>227550.00</b> |                                 |



Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

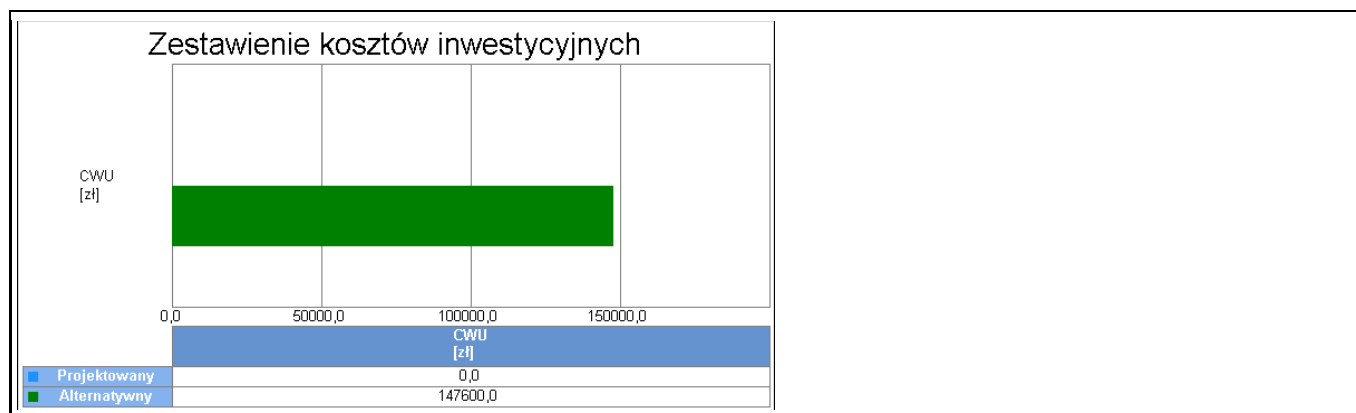


Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu ogrzewania i wentylacji

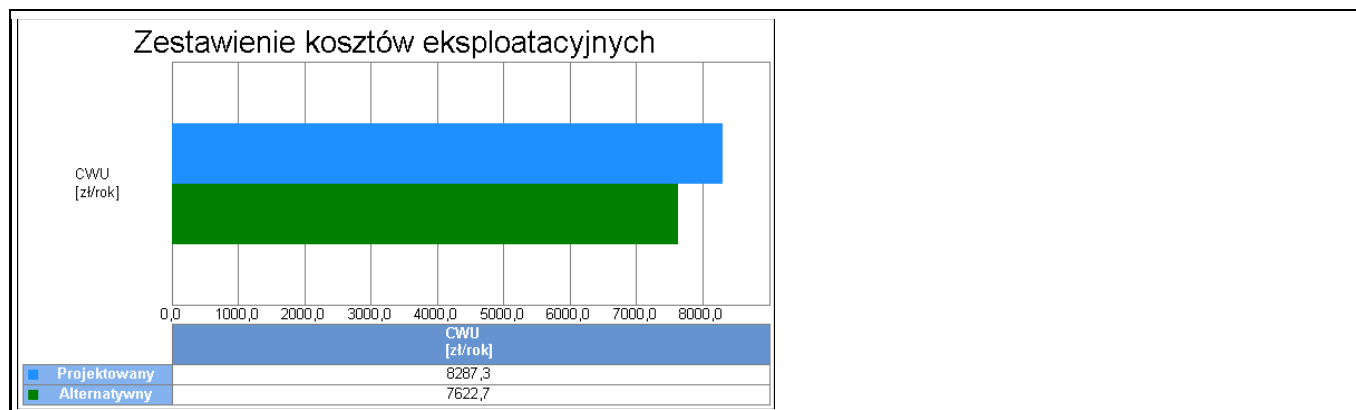
11. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

| <b>Budynek projektowany</b>                                           |                                          |                |               |                |       |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|---------------|----------------|-------|
| <b>Koszty eksploatacyjne</b>                                          |                                          |                |               |                |       |
| Lp.                                                                   | Rodzaj robót                             | Zużycie paliwa | Jedn.         | Koszty         | Uwagi |
| 1                                                                     | Ciepło z ciepłowni węglowej              | 113608.86      | kWh/rok       | 8043.51        |       |
| 2                                                                     | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 487.60         | kWh/rok       | 243.80         |       |
| Oplaty stałe $O_m$                                                    |                                          |                | zł/m-c        | 0.00           | ...   |
| Abonament $Ab$                                                        |                                          |                | zł/m-c        | 0.00           | ...   |
| <b>Całkowite koszty eksploatacyjne</b>                                |                                          |                | <b>zł/rok</b> | <b>8287.31</b> |       |
| $K_{W,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.} =$ |                                          |                |               |                |       |

| Budynek z alternatywnymi źródłami energii                                                              |                                          |                |            |              |                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|------------|--------------|---------------------------------|
| Koszty eksploatacyjne                                                                                  |                                          |                |            |              |                                 |
| Lp.                                                                                                    | Rodzaj robót                             | Zużycie paliwa | Jedn.      | Koszty       | Uwagi                           |
| 1                                                                                                      | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 14723.71       | kWh/rok    | 7361.85      |                                 |
| 2                                                                                                      | Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 37266.79       | kWh/rok    | 0.00         |                                 |
| Oplaty stałe $O_m$                                                                                     |                                          |                | zł/m-c     | 0.00         | ...                             |
| Abonament $Ab$                                                                                         |                                          |                | zł/m-c     | 0.00         | ...                             |
| Całkowite koszty eksploatacyjne<br>$K_{w,E} = 12 \cdot O_m + 12 \cdot Ab + SB \cdot \text{Cena jedn.}$ |                                          |                | zł/rok     | 7622.75      |                                 |
| Koszty inwestycyjne                                                                                    |                                          |                |            |              |                                 |
| Lp.                                                                                                    | Rodzaj robót                             | Ilość robót    | Cena jedn. | Koszty robót | Uzasadnienie przyjętych kosztów |
| 1                                                                                                      | kolektory słoneczne wraz z zasobnikiem   | 1.0            | 120000.00  | 147600.00    |                                 |
| Całkowite koszty inwestycyjne $K_{w,I}$                                                                |                                          |                | zł         | 147600.00    |                                 |

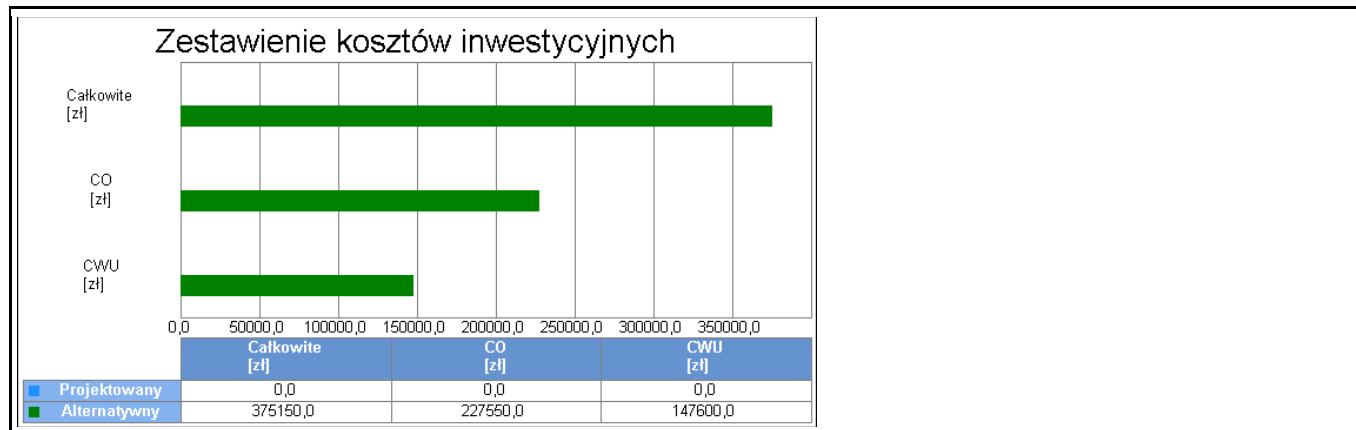


Wykres porównawczy kosztów inwestycyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

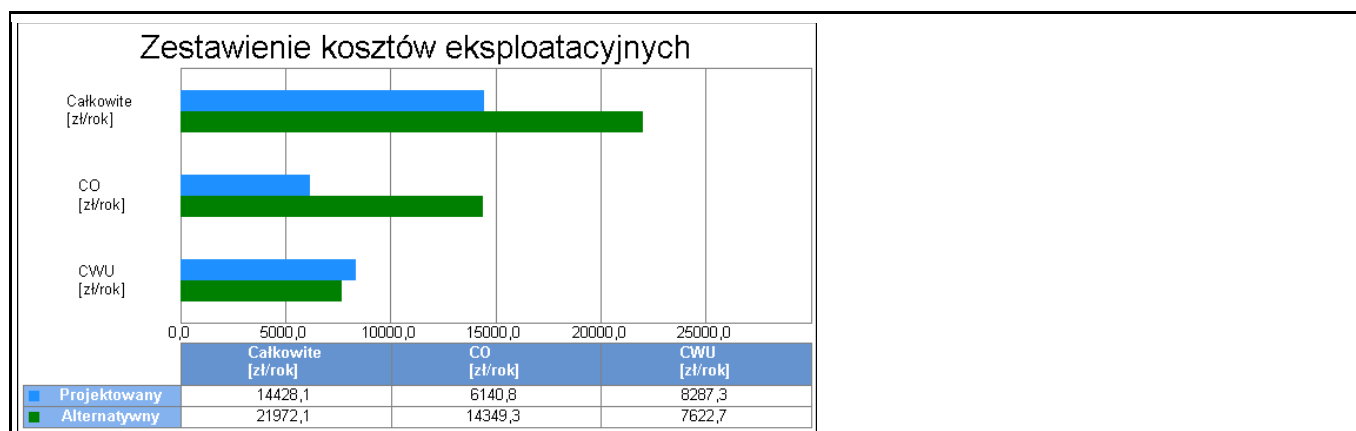


Wykres porównawczy kosztów eksploatacyjnych systemu przygotowania ciepłej wody

## 12. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze dla wybranych systemów zapotrzebowania w energię



Wykres kosztów inwestycyjnych



Wykres kosztów eksploatacyjnych

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

### 13.1 Analiza systemu ogrzewania i wentylacji

| Nazwa                                                                                                                                                | Projektowany | Alternatywny |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Koszty eksploatacyjne $K_{H,E}$ zł/rok                                                                                                               | 6140.79      | 14349.33     |
| Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %                                                                                                   | -            | -133.67      |
| Koszty inwestycyjne $K_{H,I}$ zł                                                                                                                     | 0.00         | 227550.00    |
| Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %                                                                                                     | -            | ...          |
| Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> /rok                                                                          | 2.54         | 5.95         |
| Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>                                                                                 | 0.00         | 94.29        |
| Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok                                                                                                               | -            | -8208.54     |
| Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT                                                                                             | -            | -27.72       |
| <b>WYNIKI ANALIZY: Zastosowanie źródeł alternatywnych jest nie korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym</b> |              |              |

### 13.2 Analiza systemu przygotowania ciepłej wody

| Nazwa                                                                                                                                               | Projektowany | Alternatywny |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Koszty eksploatacyjne $K_{W,E}$ zł/rok                                                                                                              | 8287.31      | 7622.75      |
| Procentowe zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych %                                                                                                  | -            | 8.02         |
| Koszty inwestycyjne $K_{W,I}$ zł                                                                                                                    | 0.00         | 147600.00    |
| Procentowe zmniejszenie kosztów inwestycyjnych %                                                                                                    | -            | ...          |
| Koszty eksploatacyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup> /rok                                                                         | 3.43         | 3.16         |
| Koszty inwestycyjne w przeliczeniu na powierzchnię zł/m <sup>2</sup>                                                                                | 0.00         | 61.16        |
| Roczne oszczędności kosztów DOr zł/rok                                                                                                              | -            | 664.56       |
| Prosty czas zwrotu inwestycji w źródła alternatywne SPBT                                                                                            | -            | 222.10       |
| <b>WYNIKI ANALIZY:</b><br>Zastosowanie źródeł alternatywnych jest korzystne pod względem eksploatacyjnym i nie korzystne pod względem inwestycyjnym |              |              |

### 13.5 Analiza zbiorcza opłacalności

| Nazwa                             | Opłacalność | SPBT   |
|-----------------------------------|-------------|--------|
| System ogrzewania i wentylacji    | nie         | -27.72 |
| System przygotowania ciepłej wody | nie         | 222.10 |

### 14. Zestawienie kosztów inwestycyjno - eksploatacyjnych za okres 10.00 lat



Wykres zestawienia kosztów inwestycyjnych i 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                 | 0.00                     | -                          | 375150.00                | -                          |
| 1                 | 0.00                     | 28856.19                   | 375150.00                | 43944.16                   |
| 2                 | 0.00                     | 43284.29                   | 375150.00                | 65916.23                   |
| 3                 | 0.00                     | 57712.38                   | 375150.00                | 87888.31                   |
| 4                 | 0.00                     | 72140.48                   | 375150.00                | 109860.39                  |
| 5                 | 0.00                     | 86568.57                   | 375150.00                | 131832.47                  |
| 6                 | 0.00                     | 100996.67                  | 375150.00                | 153804.54                  |
| 7                 | 0.00                     | 115424.76                  | 375150.00                | 175776.62                  |
| 8                 | 0.00                     | 129852.86                  | 375150.00                | 197748.70                  |
| 9                 | 0.00                     | 144280.96                  | 375150.00                | 219720.78                  |
| 10                | 0.00                     | 158709.05                  | 375150.00                | 241692.85                  |

# Środowiskowa analiza optymalizacyjno-porównawcza

Tytuł: Analiza porównawcza istniejącego źródła systemu ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej z możliwymi alternatywnymi źródłami opartymi o dostępne nośniki energii.

Łódź, 2014-05-15

Spis treści:

1. Dane budynku
2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową
3. Dostępne nośniki energii
4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych
5. Opis systemów zapotrzebowania w energię do analizy porównawczej
6. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji
7. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody
8. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii
9. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii
10. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku
11. Obliczenia optymalizacyjno-porównawcze emisji zanieczyszczeń (aspekt środowiskowy)
12. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zapotrzebowania na energię

## 1. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Budynek mieszkalny wielorodzinny

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Warszawa - Okęcie

Powierzchnia zabudowy  $A_z=600,74 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze  $A_r=2413,27 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto  $A=2413,27 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym  $V_e=13055,00 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku  $V=6427,92 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 5

## 2. Zestawienie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową

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

#### 2.1.1. System projektowany

| Lp. | Rodzaj paliwa               | Udział % | $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|-----------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 68177,7              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 768,94 kWh/rok

#### 2.1.2. System alternatywny

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Udział % | $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|------------------------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 100,0    | 68177,7              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 756,97 kWh/rok

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

#### 2.2.1. System projektowany

| Lp. | Rodzaj paliwa               | Udział % | $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|-----------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 54968,5              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 487,60 kWh/rok

#### 2.2.2. System alternatywny

| Lp. | Rodzaj paliwa                            | Udział % | $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] |
|-----|------------------------------------------|----------|----------------------|
| 1   | Energia elektryczna - produkcja mieszana | 60,0     | 32981,1              |
| 2   | Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 40,0     | 21987,4              |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 521,79 kWh/rok

## 3. Dostępne nośniki energii

energia elektryczna, ciepło z sieci miejskiej

## 4. Warunki przyłączenia do sieci zewnętrznych

Brak możliwości podłączenia innych nośników

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

| Lp. | Nazwa systemu       | Wariant projektowany                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Opis ogólny         | Analiza porównawcza dla budynku wielorodzinnego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2   | System ogrzewania   | TAK, Źródło 'Nowe źródło ogrzewania' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło z ciepłowni węglowej o $wH=1,30$ , typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300kW o sprawności wytwarzania $\eta_{H,g}=0,93$ , Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi z regulacją centralną i miejscową (zakres P-1K) o sprawności regulacji $\eta_{H,e}=0,97$ , C.o. wodne z źródłem w budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami w pom. ogrzewanych o sprawności przesyłu $\eta_{H,d}=0,97$ , Brak zasobnika buforowego o sprawności akumulacji $\eta_{H,s}=1,00$ . |
| 3   | System wentylacji   | TAK, z przewagą wentylacji typu 'Wentylacja grawitacyjna' o strumieniu powietrza $V_o=4499,54 \text{ m}^3/\text{h}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4   | System ciepłej wody | TAK, Źródło 'Nowe źródło ciepłej wody' o udziale procentowym 100,00 % na paliwo Ciepło z ciepłowni węglowej o $wW=1,30$ , typu Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i ciepła woda) o sprawności wytwarzania $\eta_{W,g}=0,96$ , Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów o sprawności przesyłu $\eta_{W,d}=0,60$ , Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego o sprawności akumulacji $\eta_{W,s}=0,84$ .                                                                                                                     |

## 6. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

### 6.1. Budynek projektowany

| Rodzaj paliwa               | Udział % | $h_{H,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|-----------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 0,88        | 1,00  | kWh/kWh | 77914,1             | 77914,1          | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 768,94 kWh/rok

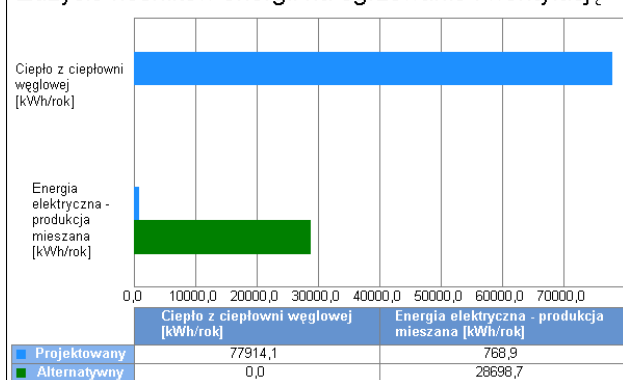
### 6.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

| Rodzaj paliwa                            | Udział % | $h_{H,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|------------------------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | 100,0    | 2,44        | 1,00  | kWh/kWh | 27941,7             | 27941,7          | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 756,97 kWh/rok

### 6.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego

Zużycie nośników energii na ogrzewanie i wentylację



Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu ogrzewania i wentylacji

## 7. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

### 7.1. Budynek projektowany

| Rodzaj paliwa               | Udział % | $h_{W,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|-----------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Ciepło z ciepłowni węglowej | 100,0    | 0,48        | 1,00  | kWh/kWh | 113608,9            | 113608,9         | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 487,60 kWh/rok

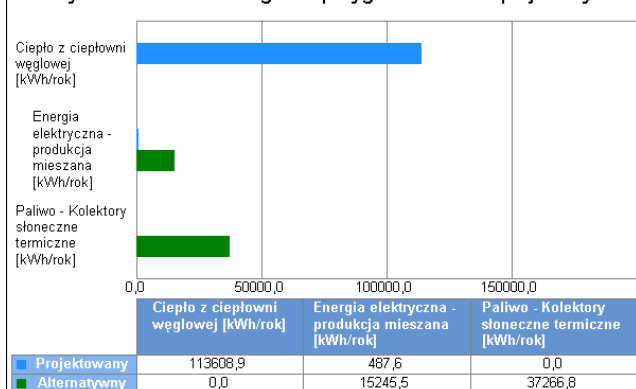
### 7.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

| Rodzaj paliwa                            | Udział % | $h_{W,tot}$ | $H_u$ | Jedn.   | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn.   |
|------------------------------------------|----------|-------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | 60,0     | 2,24        | 1,00  | kWh/kWh | 14723,7             | 14723,7          | kWh/rok |
| Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | 40,0     | 0,59        | 1,00  | kWh/kWh | 37266,8             | 37266,8          | kWh/rok |

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 521,79 kWh/rok

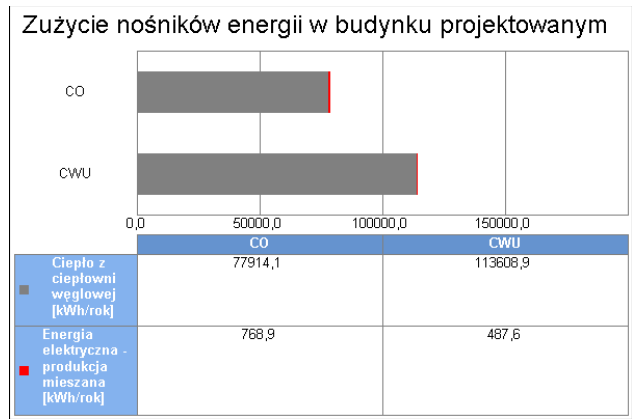
### 7.3. Porównanie zużycia nośników energii dla budynku projektowanego i źródła alternatywnego

Zużycie nośników energii na przygotowanie ciepłej wody

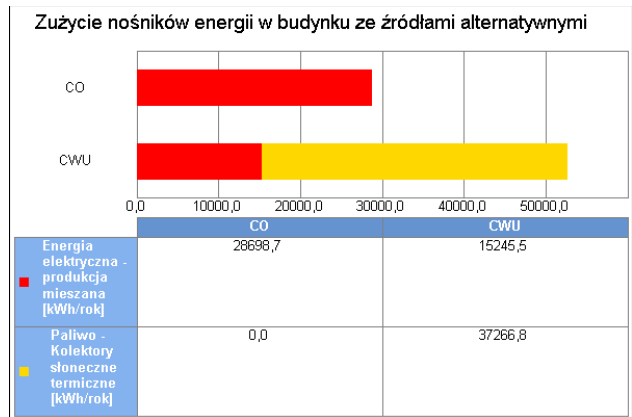


Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla systemu przygotowania ciepłej wody

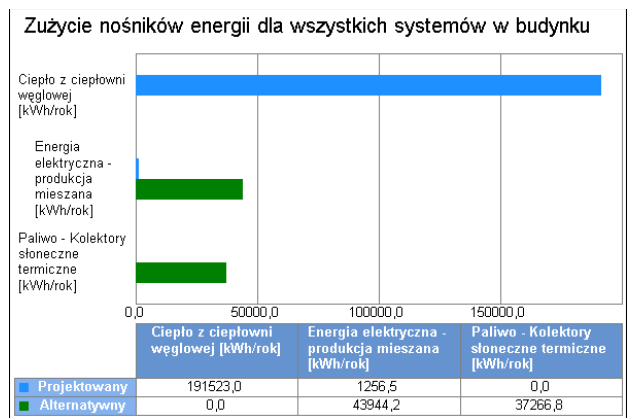
8. Wykresy porównawcze zużycia nośników energii



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku projektowanym



Wykres zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku ze źródłami alternatywnymi



Wykres porównawczy zużycia nośników energii dla wszystkich systemów w budynku

9. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii  
9.1. 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    |
| Ciepło z ciepłowni węglowej              | kg/Mg  | 19,200000       | 3,200000        | 10,000000 | 2130,000000     | 14,000000 | 0,140000 | 0,003200 |
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | kg/kWh | 0,009100        | 0,002300        | 0,000690  | 1,000000        | 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    |
| Ciepło z ciepłowni węglowej              | kg/Mg  | 19,200000       | 3,200000        | 10,000000 | 2130,000000     | 14,000000 | 0,140000 | 0,003200 |
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | kg/kWh | 0,009100        | 0,002300        | 0,000690  | 1,000000        | 0,001500  | 0,000003 | 0,000000 |

9.2. 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    |
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | kg/kWh | 0,009100        | 0,002300        | 0,000690 | 1,000000        | 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    |
| Energia elektryczna - produkcja mieszana | kg/kWh | 0,009100        | 0,002300        | 0,000690 | 1,000000        | 0,001500 | 0,000003 | 0,000000 |
| Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne   | kg/kWh | 0,000000        | 0,000000        | 0,000000 | 0,000000        | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |

10. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

10.1. 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 | 1495958,15<br>54 | 249326,961<br>6 | 779141,758<br>7  | 165957850,<br>5410 | 1090798,87<br>29 | 10907,9793 | 249,3252 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 2181294,49<br>43 | 363549,464<br>3 | 1136088,90<br>79 | 241987353,<br>3109 | 1590524,73<br>14 | 15905,2413 | 363,5484 |
|                                   |        |                  |                 |                  |                    |                  |            |          |
| 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 | 3677252,64<br>97 | 612876,425<br>9 | 1915230,66<br>66 | 407945203,<br>8519 | 2681323,60<br>42 | 26813,2206 | 612,8736 |

10.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

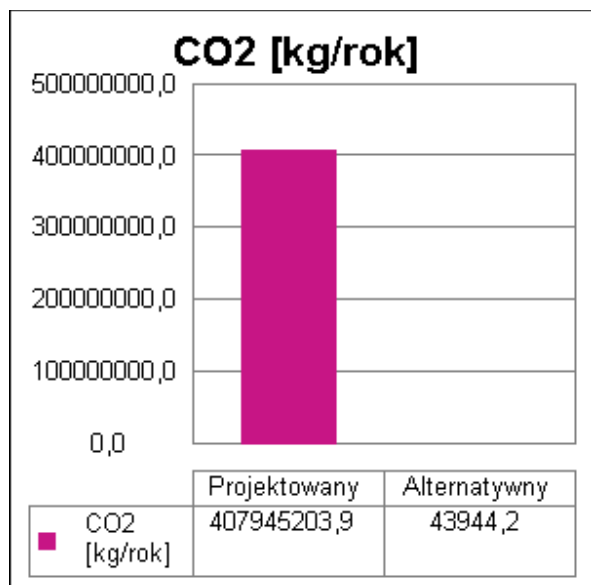
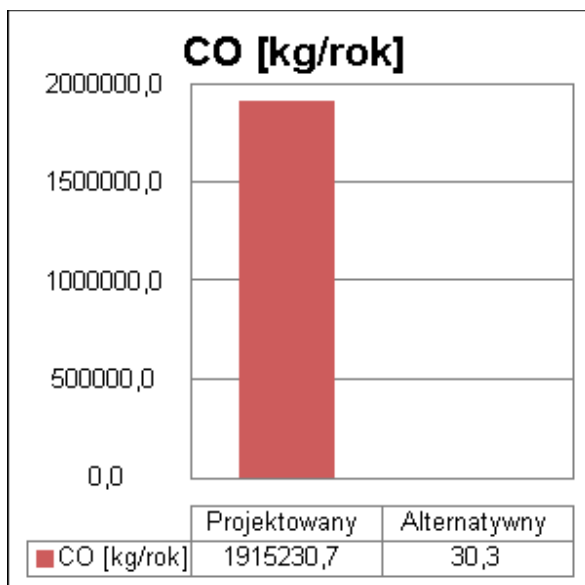
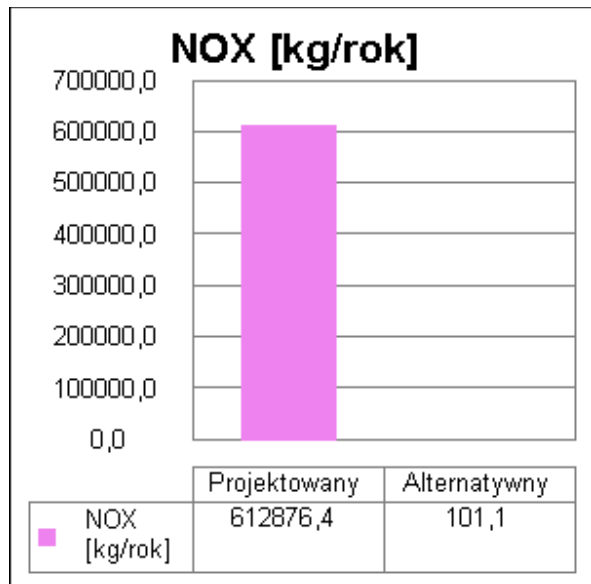
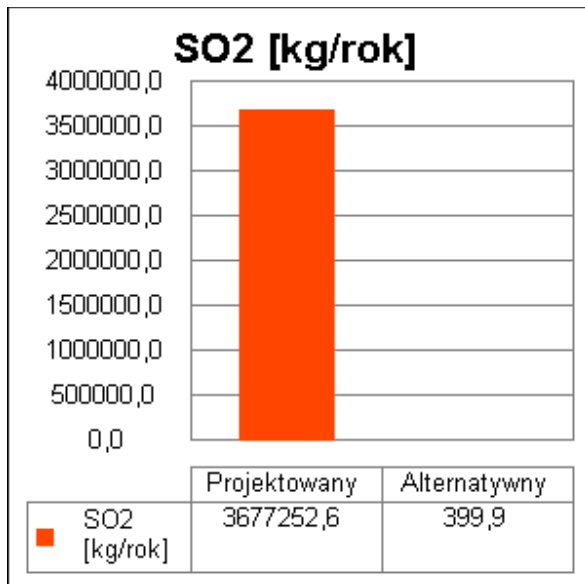
| System                            | Jedn.  | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO      | CO <sub>2</sub> | PYŁ     | SADZA  | B-a-P  |
|-----------------------------------|--------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|---------|--------|--------|
| System ogrzewania i wentylacji    | kg/rok | 261,1578        | 66,0069         | 19,8021 | 28698,6619      | 43,0480 | 0,0775 | 0,0015 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 138,7340        | 35,0646         | 10,5194 | 15245,4934      | 22,8682 | 0,0412 | 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 | 399,8918        | 101,0716        | 30,3215 | 43944,1553      | 65,9162 | 0,1186 | 0,0024 |

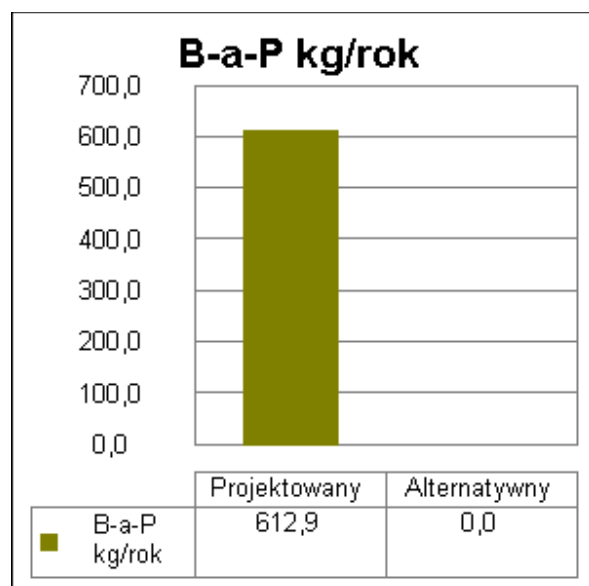
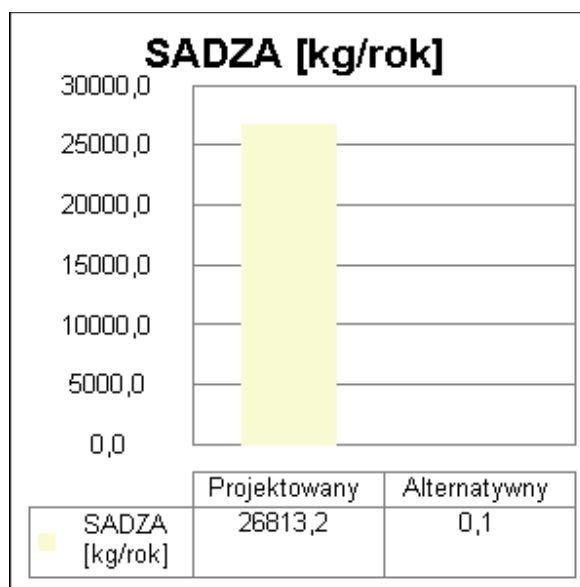
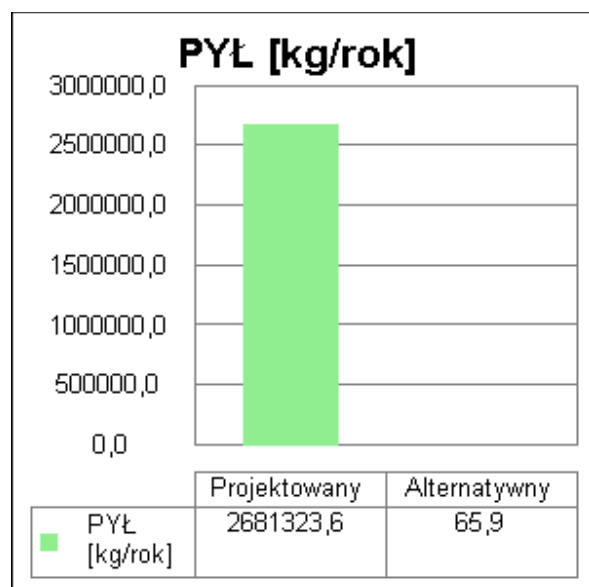
# 11. Bezpośredni efekt ekologiczny

## 11.1. 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>            | 3677252,649720                | 399,891813                                 | 3676852,757907            | 99,99               |
| NO <sub>x</sub>            | 612876,425907                 | 101,071557                                 | 612775,354350             | 99,98               |
| CO                         | 1915230,666611                | 30,321467                                  | 1915200,345144            | 100,00              |
| CO <sub>2</sub>            | 407945203,851943              | 43944,155301                               | 407901259,696642          | 99,99               |
| PYŁ                        | 2681323,604246                | 65,916233                                  | 2681257,688013            | 100,00              |
| SADZA                      | 26813,220587                  | 0,118649                                   | 26813,101938              | 100,00              |
| B-a-P                      | 612,873604                    | 0,002373                                   | 612,871231                | 100,00              |

## 11.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego





12. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię  
12.1. 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).

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

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

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

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

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

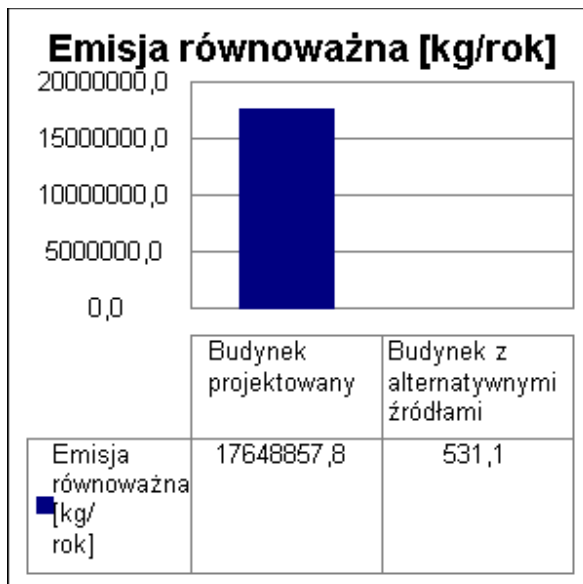
$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

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

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                        | 3677252,649720                         | 399,891813                                          | 3677252,649720                                    | 399,891813                                                     |
| NO <sub>x</sub>                 | 0,50                        | 612876,425907                          | 101,071557                                          | 306438,212954                                     | 50,535779                                                      |
| PYŁ                             | 0,50                        | 2681323,604246                         | 65,916233                                           | 1340661,802123                                    | 32,958116                                                      |
| SADZA                           | 2,50                        | 26813,220587                           | 0,118649                                            | 67033,051468                                      | 0,296623                                                       |
| B-a-P                           | 20000,00                    | 612,873604                             | 0,002373                                            | 12257472,074501                                   | 47,459688                                                      |
| <b>Łączna emisja równoważna</b> |                             |                                        |                                                     | <b>17648857,790765</b>                            | <b>531,142019</b>                                              |

12.3. Wykres emisji równoważnej



12.4. Wybór systemu

Na podstawie powyższej analizy środowiskowej wariantem optymalnym jest wariant alternatywny. Efekt środowiskowy wyrażony w emisji równoważnej jest o 100,0% ( 17648326,65 kg/rok) **korzystniejszym niż wariant projektowany.**