

## Podsumowanie audytu

1. Zestawienie rocznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię oraz efektu ekonomicznego [%]

Budynek Towarzystwa Przyjaciół Dzieci	Roczne obliczeniowe zużycie energii		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
	1753,2	647,13	<b>63,09</b>
Hutka, ul. Długa 1	Planowane koszty inwestycyjne [zł]		Roczna oszczędność kosztów energii [zł]
	654592,02		<b>35393,92</b>

Uzyskany wynik efektywności energetycznej **63,09%** widnieje w audycie energetycznym budynku Towarzystwa Przyjaciół Dzieci na stronie 5. Wynik został uzyskany na podstawie przyjętej metodologii:

$$E_{\text{energetyczna}} = \frac{(Z_{\text{przed}} - Z_{\text{po}})}{Z_{\text{przed}}}$$

gdzie:

$E_{\text{energetyczna}}$  – efektywność energetyczna przedsięwzięcia [%]

$Z_{\text{przed}}$  – roczne zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzania przed termomodernizacją z uwzględnieniem ciepłej wody użytkowej [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$Z_{\text{po}}$  – roczne zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzania po termomodernizacji z uwzględnieniem ciepłej wody użytkowej [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$$E_{\text{energetyczna}} = \frac{(1753,2 - 647,13)}{1753,2} = 63,09\%$$

Wartości początkowego i planowanego rocznego zapotrzebowania na ciepło zostały przyjęte na podstawie audytu (str. 5).

## 2. Redukcja emisji CO<sub>2</sub> w wyniku modernizacji źródła ciepła

Budynek Towarzystwa Przyjaciół Dzieci w Hutce	Stan przed termomodernizacją [kg/rok]	Stan po termomodernizacji [kg/rok]	Procentowy efekt redukcji [%]
CO <sub>2</sub>	166010,51	18224,47*	<b>89,02%</b>
Pyły PM10	1961,38	1722,99	<b>12,15%</b>

\*- zgodnie z obowiązującymi wytycznymi przy wymianie konwencjonalnego źródła ciepła (zasilanego paliwami nieodnawialnymi np. węglem kamiennym) na nowoczesny kocioł wykorzystujący biomasę przyjmuje się zerową emisję CO<sub>2</sub>.

### 2.1. Metodologia obliczania powyższych wskaźników

#### - CO<sub>2</sub>

Dla obliczenia emisji CO<sub>2</sub> przed modernizacją przyjęto następującą metodologię:

$$R_{CO_2} = (Z_{c.o.} + Z_{c.w.u.}) \cdot e$$

gdzie:

$R_{CO_2}$  – emisja CO<sub>2</sub> ze spalania węgla kamiennego [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$Z_{c.o.}$  – roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$Z_{c.w.u.}$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$e$  – wskaźnik średniej emisji CO<sub>2</sub> ze spalania węgla kamiennego [ $kg \cdot GJ^{-1}$ ]

$$R_{CO_2} = (1671,8 + 81,40) \cdot 94,69 = 166\,010,51 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Dla obliczenia emisji CO<sub>2</sub> po modernizacji przyjęto następującą metodologię:

$$R'_{CO_2} = Z'_{c.o.} \cdot e' + Z'_{c.w.u.} \cdot e''$$

gdzie:

$R'_{CO_2}$  – emisja CO<sub>2</sub> ze spalania węgla kamiennego [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$Z'_{c.o.}$  – roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$Z'_{c.w.u.}$  – roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [ $GJ \cdot rok^{-1}$ ]

$e'$  – wskaźnik średniej emisji CO<sub>2</sub> ze spalania biomasy –  $0 \text{ kg} \cdot GJ^{-1}$

$e''$  – wskaźnik średniej emisji CO<sub>2</sub> z wykorzystania energii elektrycznej -  $806 \text{ kg} \cdot MWh^{-1}$

$$R'_{CO_2} = 367,41 \cdot 0 \text{ GJ} \cdot kg^{-1} + 22,611 \cdot 806 \text{ kg} \cdot MWh^{-1} = 18\,224,47 \text{ kg} \cdot rok^{-1}$$

Zgodnie z wytycznymi KOBiZE przy wymianie konwencjonalnego źródła ciepła (zasilanego paliwami nieodnawialnymi np. węglem kamiennym) na kocioł wykorzystujący biomasę przyjmuje się zerową emisję CO<sub>2</sub>. Dla emisji dwutlenku węgla z energii potrzebnej na zaopatrzenie systemu c.w.u. przyjęto wskaźnik z KOBiZE dla energii elektrycznej.

## - **PM10**

Dla obliczenia emisji PM10 przed modernizacją przyjęto następującą metodologię:

$$R_{PM10} = (W_{w\u0119giel} \cdot 1000 \cdot A^r \cdot t) / 1000$$

gdzie:

$R_{PM10}$  – emisja PM10 ze spalania węgla kamiennego [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$W_{w\u0119giel}$  – roczne zużycie węgla w budynku dla c.o. i c.w.u. [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$A^r$  – zawartość popiołu wyrażona w procentach, dla węgla kamiennego = 8%

$t$  – zawartość pyłów PM10 w całkowitym pyłe zawieszonym [ $kg \cdot GJ^{-1}$ ]

$$R_{PM10} = (39\,227,6 \text{ kg} \cdot 1500 \cdot 0,08 \cdot 0,625) / 1000 = 1\,961,38 \text{ kg} \cdot rok^{-1}$$

Dla obliczenia emisji PM10 po modernizacji przyjęto następującą metodologię:

$$R'_{PM10} = (W_{biomasa} \cdot 1500 \cdot A^r \cdot t) / 1000 + (W_{el.} \cdot e''' \cdot A^r)$$

gdzie:

$R'_{PM10}$  – emisja PM10 ze spalania biomasy [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$W_{biomasa}$  – planowane roczne zużycie biomasy w budynku [ $kg \cdot rok^{-1}$ ]

$W_{el.}$  – planowane roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej dla c.w.u. [ $MWh \cdot rok^{-1}$ ]

$A^r$  – zawartość popiołu wyrażona w procentach, dla biomasy = 8%

$t$  – zawartość pyłów PM10 w całkowitym pyłe zawieszonym [ $kg \cdot GJ^{-1}$ ]

$e'''$  – wskaźnik średniej emisji pyłu całkowitego dla energii elektrycznej – 0,054  $kg \cdot MWh^{-1}$

$$R'_{PM10} = (22\,963,1 \text{ kg} \cdot 1500 \cdot 0,08 \cdot 0,625) / 1000 + (22,611 \cdot 0,054 \cdot 0,625) = 1\,723,00 \text{ kg} \cdot rok^{-1}$$

Po modernizacji systemu centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej na potrzeby ogrzewania będzie wykorzystywana biomasa, natomiast c.w.u. będzie opierać się na energii elektrycznej. Metodologię oparto na podstawie KOBiZE: *Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego Grudzień 2017r.*

## 2.2. Metodologia obliczania EP<sub>Δ</sub>, EK<sub>Δ</sub>, W<sub>Δ</sub>

**Wskaźnik zmniejszenia rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych:**

$$EP_{0/1} = EK_{0/1} \cdot PEF$$

gdzie:

EP<sub>0/1</sub> – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP przed – 0 i po – 1 projekcie, kWh·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>

EK<sub>0/1</sub> – ilość energii końcowej potrzebnej do ogrzania budynku, przygotowania c.w.u., wentylację, kWh·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup> (wartość na podstawie audytu energetycznego str. 5)

PEF – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, węgiel kamienny - 1,1; biomasa - 0,2.

$$EP_0 = EK_0 \cdot PEF$$

$$EP_0 = 493,49 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot 1,1 = 542,84 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$EP_1 = EK_1 \cdot PEF$$

$$EP_1 = 167,00 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot 0,2 = 33,40 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$EP_{\Delta} = EP_0 - EP_1$$

$$EP_{\Delta} = 542,84 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} - 33,40 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} = 509,44 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$$

**Wskaźnik zmniejszenia zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu:**

$$EK_{\Delta} = EK_0 - EK_1$$

gdzie:

$EK_0$  – ilość energii końcowej potrzebnej do ogrzania budynku, przygotowania c.w.u., wentylację przed realizacją projektu,  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (wartość na podstawie audytu energetycznego str. 5)

$EK_1$  – ilość energii końcowej potrzebnej do ogrzania budynku, przygotowania c.w.u., wentylację po realizacją projektu,  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (wartość na podstawie audytu energetycznego str. 5)

$$EK_{\Delta} = 493,49 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} - 167,00 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} = 326,49 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$$

**Ilość zaoszczędzonego ciepła w wyniku realizacji projektu:**

$$W_{\Delta} = W_0 - W_1$$

gdzie:

$W_0$  – ilość ciepła potrzebna do ogrzania budynku, przygotowania c.w.u., wentylację przed realizacją projektu,  $\text{GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$  (wartość na podstawie audytu energetycznego str. 5)

$W_1$  – ilość ciepła potrzebna do ogrzania budynku, przygotowania c.w.u., wentylację po realizacji projektu,  $\text{GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$  (wartość na podstawie audytu energetycznego str. 5)

$$W_{\Delta} = 1\,753,20 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1} - 647,13 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1} = 1\,106,07 \text{ GJ}\cdot\text{rok}^{-1}$$