

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- wymiana instalacji co wraz z wymianą węzła cieplnego+przyłącze ciepłe
- Wymiana oświetlenia
- montaż zaworów cyrkulacyjnych na instalacji c.w.u. wraz z wymianą instalacji
- ocieplenie stropodachu
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana okien w piwnicy i w całym obiekcie w z montażem nawiewników higrosterowanych i montażem wentylacji mechanicznej wywiewnej, wentylacja na parterze i piętrze z odzyskiem ciepła
- ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych i fundamentowych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 72,7% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 725 083 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

**UWAGA** - przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora jest potrzebna zmiana części audytu.

## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

#### 1. Wymianę instalacji c.o. obejmującą

lp.	opis	ilość/kpl	cena jedn.	koszt
2	wymiana przewodów, montaż zaworów termostatycznych, podpionowych, montaż automatycznych odpowietrzników, grzejników, ciepła technologicznego	1	1 058 665	1 058 665
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>1 058 665</b>

#### 2. Wymiana świetlówek na oświetlenie ledowe

#### 3. Montaż instalacji ciepłej wody wraz z montażem zaworów regulacyjnych na cyrkulacji c.w.u.

4. Ocieplenie stropodachu pełnego przez położenie na istniejącej konstrukcji styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 25 cm.

5. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), o grubości 18 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.

6. Wymianę istniejących okien w budynku i w pom. piwnicznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  wraz z montażem nawiewników higrosterowanych i montażem wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła

7. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych i fundamentowych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), o grubości 16 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.

### 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Wymiana instalacji c.o. i montaż węzła cieplnego	-	-	1 058 665
2	Wymiana świetlówek na oświetlenie ledowe	kpl		1 308 767
3	Montaż instalacji c.w.u.			149 984
4	Ocieplenie stropodachu	1309,2	39,107	247 908
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	2155	156,89	211 244
6	Wymiana okien i drzwi na kondygnacjach i pomieszczeniach piwnicznych wraz z montażem nawiewników i montażem wentylacji z odzyskiem ciepła	334,77	888	534 682
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych i fundamentowych	479	265,34	111 703
8	Koszt audytu	-	-	2 460
			<b>SUMA</b>	<b>3 625 414</b>

**8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 2)**

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>3 625 414,0 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	20,0%	<b>725 082,8 zł</b>
Kredyt bankowy:	80,0%	<b>2 900 331,2 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>615 637,0 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>23,5</b>

**8.4. Dalsze działania**

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Określenie powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenia stopniodni
- Załącznik 7 Obliczenia oświetlenia
- Załącznik 8 Obliczenia zanieczyszczeń emitowanych do powietrza

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Opłaty za zużycie ciepła wg danych szkoły**

Założenia:

- opłaty za moc zamówioną bez zmian przed i po modernizacji budynku

**Przed modernizacją c.o. i c.w.u.**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 217,39	11 337,39
Przesył	zł/(MW-m-c)		0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 217,39</b>	<b>11 337,39</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	52,14	64,13
Przesył	zł/GJ	0,00	0,00
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>52,14</b>	<b>64,13</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>

**Po modernizacji c.o.**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	9 217,39	11 337,39
Przesył	zł/(MW-m-c)		
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 217,39</b>	<b>11 337,39</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	52,14	64,13
Przesył	zł/GJ		
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>52,14</b>	<b>64,13</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>

**Przed po termomodernizacji c.w.u.**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną-	zł/(MW-m-c)	9 217,39	11 337,39
Przesył	zł/(MW-m-c)		
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 217,39</b>	<b>11 337,39</b>
Opłata zmienna za ciepło z kolektorów	zł/GJ	52,14	64,13
Przesył	zł/GJ		
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>52,14</b>	<b>64,13</b>
<b>Abonament</b>	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	<b>0</b>	<b>0</b>

**Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)**

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zew.gr 48 cm	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,187
	cegła ceram pełna	0,480	0,77	0,623	
	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			<b>razem</b>	<b>0,842</b>	
Ściany zew. Gr 38 cm	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,114
	cegła kratówka	0,380	0,56	0,679	
	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			<b>razem</b>	<b>0,897</b>	
Strop nad piwnicą	klepka dębowa	0,020	0,22	0,091	1,333
	TeriVa	0,240	1,33	0,180	
	plyta pilśniowa twarda	0,025	0,18	0,139	
			R <sub>si</sub>	0,170	
			R <sub>se</sub>	0,170	
			<b>razem</b>	<b>0,750</b>	
DACH	dachówka	0,01	0,24	0,041	0,535
	wełna mineralna zniszczona	0,150	0,09	1,667	
	deska	0,005	0,24	0,020	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,100	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			<b>razem</b>	<b>1,868</b>	
podłoga na gruncie W PIWNICY					0,35
	beton	0,030	1,40	0,021	
	plyta pilśniowa twarda	0,050	0,18	0,278	
	papa asfaltowa	0,001	0,18	0,006	
	podkład betonowy	0,050	1,05	0,048	
	grunt rodzimy pod budynki	0,3	1,74	0,172	
			R <sub>gi</sub>	2,337	
			<b>razem</b>	<b>2,862</b>	
			<b>U equiv ( z OZC)</b>	<b>0,350</b>	
Ściany zew. Przy gruncie-	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,706
	cegła ceram pełna	0,480	0,77	0,623	
	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
			R <sub>gi</sub>	0,744	
			<b>razem</b>	<b>1,416</b>	

## Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zew. Gr 48 cm	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,187
	cegła ceram pełna	0,480	0,77	0,623	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	wełna mineralna	0,180	0,04	4,500	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	5,342	
Ściany zew. Gr 38 cm	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,185
	cegła kratówka	0,380	0,56	0,679	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	wełna mineralna	0,180	0,04	4,500	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	5,397	
Strop nad piwnicą	klepka dębowa	0,020	0,22	0,091	1,333
	Teriva	0,240	1,33	0,180	
	plyta pilśniowa twarda	0,025	0,18	0,139	
			R <sub>si</sub>	0,170	
			R <sub>se</sub>	0,170	
			razem	0,750	
DACH	dachówka	0,01	0,24	0,041	0,113
	wełna mineralna	0,150	0,09	1,667	
	blacha	0,005	0,24	0,020	
	wełna mineralna	0,250	0,036	6,944	
			R <sub>si</sub>	0,100	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	8,813	
podłoga na gruncie W PIWNICY					0,35
	beton	0,030	1,40	0,021	
	plyta pilśniowa twarda	0,050	0,18	0,278	
	papa asfaltowa	0,001	0,18	0,006	
	podkład betonowy	0,050	1,05	0,048	
	grunt rodzimy pod budynkiem	0,3	1,74	0,172	
			R <sub>gi</sub>	2,337	
			razem	2,862	
Ściany zew.przy gruncie			U equiv ( z OZC)	0,350	0,185
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	cegła ceram pełna	0,480	0,77	0,623	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	styrodur	0,160	0,04	4,000	
			R <sub>gi</sub>	0,744	
			razem	5,416	

## Załącznik nr 3

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<b>pomieszczenie</b>	<i>ilość / kubatura m<sup>3</sup></i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/h</i>
pomieszczenie budynku	19074	1855,5	5,298	19 074
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>				<b>19 074</b>

$$V_o = 19\,074 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kubatura wentylowana lokali V=	19 074	m <sup>3</sup> /h
Kubatura wentylowana piwnic V=	1 134	m <sup>3</sup> /h
Kubatura wentylowana budynku V=	20 208	m <sup>3</sup> /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,94	h <sup>-1</sup>

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$\text{Lokale } V_{\text{nom}} = \Psi = 19\,074 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Razem } V_{\text{nom}} = \Psi = 20\,208 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne

	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
--	------------------------	-----------------------------------	---

$c_r$	1,1	0,7	1,0
$c_w$	1,0	1,0	1,0
$c_m$	1,2	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg PN-83/B-03430

Lokale $c_r * c_w * V_{\text{nom}}$	20 981	13 352	m <sup>3</sup> /h
Razem	20 981	13 352	m <sup>3</sup> /h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Lokale $c_m * V * 0,5$	11 444	9 537	m <sup>3</sup> /h
Razem	11 444	9 537	m <sup>3</sup> /h



## Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)	1,0	0,95
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	4246	4246,35
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,85	0,65
liczba dni w roku $t_R$	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła użytkowego</b> $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	65 550	50 127
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,7	0,75
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,75	0,75
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_w$	-	0,525	0,563
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,W}$	kWh/a	124 857	89 115
roczne zapotrzebowanie <b>ciepła końcowego</b> $Q_{K,W}$	GJ/a	449	321

## Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	341	341
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$	l	45	43
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,853	0,810
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	2,246	2,246
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	100,3	95,3
<b>Średnia moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	44,6	42,4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla  
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,1522	337
2	0,1566	338
3	0,1566	338
4	0,1566	338
5	0,1640	359
6	0,3390	747
7	0,4285	1281
0 - stan istniejący	0,4285	1281

Obliczenie stopniodni  $S_d$ 

Załącznik nr 6

## Dane klimatyczne dla Mikołajek

 $S_d$  dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna $\Theta_e$ [°C]	-4,9	-2	1,7	7,3	13,2	12,1	7,1	1,6	-1,3
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	10	10	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	771,9	616	567,3	381	68	79	399,9	552	660,3
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	16	16	16	16	16	16	16	16	16
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	647,9	504	443,3	261	0	0	0	432	536,3

Dla przegród zewnętrznych  $S_d$  4 095 dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °CDla przegród wewnętrznych  $S_d$  2 825 dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 16$  °C $S_d$  dla stropu nad piwnicą, przed ociepleniemTemperatura ogrzewanych piwnic w warunkach projektowych (z programu Audytor OZC 6.6Pro)  $\Theta_{piw}$ 

16 °C

Projektowa temperatura zewnętrzna  $\Theta_e$ 

-22 °C

$$b_{tr} = (\Theta_{int,H} - \Theta_{piw}) / (\Theta_{int,H} - \Theta_e)$$

0,1 -

gdzie  $\Theta_e$  dla warunków projektowych

$$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$$

410 dzień\*K/rok

***Sd dla stropu nad piwnicą, po ociepleniu***

Temperatura ogrzewanych piwnic w warunkach projektowych (z programu Audytor OZC 4.8Pro)  $\Theta_{piw}$

16	°C
----	----

Projektowa temperatura zewnętrzna  $\Theta_e$

-22	°C
-----	----

$$b_{tr} = (\Theta_{int,H} - \Theta_{piw}) / (\Theta_{int,H} - \Theta_e)$$

0,1	-
-----	---

gdzie  $\Theta_e$  dla warunków projektowych

$$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$$

410	dzień*K/rok
-----	-------------

***Sd dla ścian poddasza, przed ociepleniem***

Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych (z programu Audytor OZC 6.6Pro)  $\Theta_{piw}$

-18	°C
-----	----

Projektowa temperatura zewnętrzna  $\Theta_e$

-22	°C
-----	----

$$b_{tr} = (\Theta_{int,H} - \Theta_{piw}) / (\Theta_{int,H} - \Theta_e)$$

0,82	-
------	---

gdzie  $\Theta_e$  dla warunków projektowych

$$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$$

336	dzień*K/rok
-----	-------------

**ZAŁĄCZNIK NR 7****Roczne zużycie energii do oświetlenia – istniejące w ramach opracowania.**

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku EL oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \times A_f \quad [kWh / a]$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku ( $kWh/m^2 \cdot a$ )

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( $m^2$ )

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)]\} + m + n \times \{5/t_y \times [t_y - (t_d + t_n)]\}$$

[kWh/(m<sup>2</sup>a)]

gdzie:

$P_n$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana

na podstawie wzoru ( $W/m^2$ )

$t_D$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 3.1. ( $h/a$ )

$t_N$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. 3.1 ( $h/a$ )

$t_O$  - czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów  $t_D$  i  $t_N$ ,  
zgodnie z Tab. 3.1. ( $h/a$ )

$t_y$  - liczba godzin w roku, 8760 h

$F_D$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. 3.2.

$F_O$  - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. 3.3.

$F_C$  - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru

$m = 1$  gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie  $m=0$

$n = 1$  gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie  $n=0$

Tab. 3.1. Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	2	3	4	5
1	Biura	250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab. 3.2. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	2	3	4
1	Biura, budynki sportowo-Rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Restauracje handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

## AUDYT ENERGETYCZNY

Tab. 3.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	F <sub>O</sub>
1	2	3	4
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe Sportowo-rekreacyjne		
	Restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

gdzie:

*MF* współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika *F<sub>c</sub>* wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku *P<sub>N</sub>* oblicza się na podstawie danych z Tab. 3.4. i wzoru:

$$P_N = \frac{P_{rzecz}}{A_f} \quad [W/m^2]$$

gdzie:

*P<sub>rzecz</sub>* - moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach (*W*)

*A<sub>f</sub>* - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń (*m<sup>2</sup>*)

Tab. 3.4. Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku.

Moc zainstalowanych urządzeń 37,804kW

$$P_N = \frac{37804}{4229,2} \quad [W/m^2]$$

$$P_N = 8,94 \text{ W/m}^2$$

$$LENI = \{F_c \times P_N / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)]\} + m + n \times \{5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)]\} \quad [kWh/(m^2 \cdot a)]$$

$$LENI = \{1 \times 0,00893 \times [(1800 \times 1 \times 1) + (200 \times 1)]\} + 0 + 0 \times \{5 / 8760 [8760 - 2000]\}$$

$$LENI = 68,81 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

$$E_L = LENI \times A_f \quad [kWh / a]$$

$$E_{L \text{ istn.}} = 68,81 \times 4229,2 = 291011,25 \text{ kWh} / a$$

### Roczne zużycie energii do oświetlenia – projektowane w ramach opracowania.

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku *E<sub>L</sub>* oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \times A_f \quad [kWh / a]$$

gdzie:

*LENI* - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku (*kWh/m<sup>2</sup> · a*)

*A<sub>f</sub>* - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń (*m<sup>2</sup>*)

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia *LENI* oblicza się na podstawie wzoru:

# AUDYT ENERGETYCZNY

$$LENI = \{F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)]\} + m + n \times \{5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)]\}$$

[kWh / (m<sup>2</sup>a)]

gdzie:

$P_n$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru ( $W / m^2$ )

$t_D$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 3.1. ( $h / a$ )

$t_N$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. 3.1 ( $h / a$ )

$t_O$  - czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów  $t_D$  i  $t_N$ , zgodnie z Tab. 3.1. ( $h / a$ )

$t_y$  - liczba godzin w roku, 8760 h

$F_D$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. 3.2.

$F_O$  - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. 3.3.

$F_C$  - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru

$m = 1$  gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie  $m=0$

$n = 1$  gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie  $n=0$

Tab. 3.1. Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	2	3	4	5
1	Biura	250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab. 3.2. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	2	3	4
1	Biura, budynki sportowo-Rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Restauracje handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Tab. 3.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_O$
1	2	3	4
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe Sportowo-rekreacyjne		
	Restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

## AUDYT ENERGETYCZNY

gdzie:

$MF$  współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika  $F_c$  wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku PN oblicza się na podstawie danych z Tab. 3.4. i wzoru:

$$P_N = \frac{P_{rzecz}}{A_f} \quad [W/m^2]$$

gdzie:

$P_{rzecz}$  - moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach (W)

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( $m^2$ )

Tab. 3.4. Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku.

$$P_N = \frac{\text{Moc zainstalowanych urządzeń } 23,044 \text{ kW}}{4246,05} \quad [W/m^2]$$
$$P_N = 5,43 \text{ W/m}^2$$

$$LENI = \{F_c \times P_N / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)]\} + m + n \times \{5/t_y \times [t_y - (t_d + t_n)]\} \quad [kWh/(m^2 \cdot a)]$$

$$LENI = \{1 \times 0,00507 \times [(1800 \times 1 \times 1) + (200 \times 1)]\} + 1 + 0 \times \{5/8760 [8760 - 2000]\}$$

$$LENI = 39,07 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

$$E_L = LENI \times A_f \quad [kWh / a]$$

$$E_{L \text{ proj.}} = 39,07 \times 4246,1 = 165895,13 \text{ kWh / a}$$

$$E_{L \text{ istn.}} = 68,81 \times 4229,2 = 291011,25 \text{ kWh / a}$$

$$E_{L \text{ proj.}} = 39,07 \times 4246,1 = 165895,13 \text{ kWh / a}$$

$$\text{Różnica} = 125116,12 \text{ kWh/a}$$

$$\text{Różnica} = 43,00\%$$



**wskazówki do obliczeń efektu ekologicznego**  
**Szacunkowe wartości emisji w zależności od rodzaju spalanego opału**

**Budynek Ratusza w Orzyszu**

**1. Przedstawienie sposobu wyliczenia ilości zanieczyszczeń z kotłowni ciepłowni miejskiej przed termomodernizacją**

Ilość zużytego opału - miał węglowy

$$G=Q/e$$

**A ) Ilość zużytego mialu węgłowego PRZED TERMOMODERNIZACJĄ**

Q-roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na budynek Qc.o.=2516,00GJ/a

miał-e=27000kJ/kg

$$G=(2516000) \text{ MJ/a}/(27,00\text{MJ/kg})= 93,185 \text{ ton m3}$$

**Obliczenie ilości zanieczyszczeń**

Pył ogółem-Epo=1,398t/rok

dwutlenek siarki-Eso2=1,491t/rok

tlenek azotu-ENOX=0,280t/rok

tlenek węgla-ECO=1,864t/rok

dwutlenek węgla-ECO2=186,36t/rok

PYŁ PM 2,5-E=1,048t/rok

PYŁ PM 210-E=1,372t/rok

**Emisja równoważna wynosi**  $Er=2,9*Epył+0,5*Eco+2,9*Enox+Eso2=7,28667 \text{ t/rok}$

**B) Ilość zużytego mialu węgłowego PO TERMOMODERNIZACJI**

Q-roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na budynek Qc.o.=686,00GJ/a

miał-e=27000kJ/kg

$$G=(686000) \text{ MJ/a}/(27,00\text{MJ/kg})= 25,40 \text{ ton m3}$$

**Obliczenie ilości zanieczyszczeń**

Pył ogółem-Epo=0,381t/rok

dwutlenek siarki-Eso2=0,406t/rok

tlenek azotu-ENOX=0,076t/rok

tlenek węgla-ECO=0,508t/rok

dwutlenek węgla-ECO2=50,80t/rok

PYŁ PM 2,5-E=0,305t/rok

PYŁ PM 210-E=0,374t/rok

**Emisja równoważna wynosi**  $Er=2,9*Epył+0,5*Eco+2,9*Enox+Eso2=1,59766 \text{ t/rok}$