

AUDYT OŚWIETLENIA I INSTALACJI PV

NAZWA OBIEKTU: Budynek Ochotniczej Straży Pożarnej
ADRES: ul. Śremska, 87
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 62-050, Mosina

NAZWA INWESTORA: Gmina Mosina
ADRES: pl. 20 Października, 1
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 62-050, Mosina

NAZWA JEDNOSTKI AUDYTUJĄCEJ: Ślęzak-Cebula Sp. z o.o.
ADRES: ul. Bóżnicza, 15 lok. 6
KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 61-751, Poznań

AUDYTOR

Tytuł	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data, podpis
Mgr inż	Robert Cebula	MliR nr 10627	20.04.2021

Mosina, 20.04.2021

Spis treści:

1. Cel opracowania
2. Inwentaryzacja stanu istniejącego oświetlenia
3. Obliczenia dla stanu istniejącego oświetlenia
4. Obliczenia dla stanu projektowanego oświetlenia
5. Obliczenia podsumowujące oświetlenia
6. Obliczenia instalacji paneli PV
7. Obliczenia podsumowujące instalacji PV

1. Cel opracowania

Celem opracowania jest obliczenie oszczędności energii i kosztów uzyskanych w wyniku planowanej modernizacji oświetlenia i instalacji paneli PV oraz wymaganych nakładów inwestycyjnych dla budynku Ochotniczej Straży Pożarnej w Mosinie.

2. Inwentaryzacja stanu istniejącego oświetlenia

W wyniku inwentaryzacji istniejącego oświetlenia wynika, że oświetlenie w budynku jest typu jarzeniowego, mocno wyeksploatowane. Ilość i rodzaj poszczególnych opraw:

Lampy sufitowe podwójne 2x58 W – 21 szt.
Lampy wpuszczane poczwórne 4x14 W – 33 szt.
Lampy ścienne pojedyncze 1x14W – 4 szt.
Lampy ścienne pojedyncze 1x24W – 12 szt.

Oświetlenie zewnętrzne mieszane typu sodowego, halogenowe i jarzeniowe. Ilość i rodzaj poszczególnych opraw:

Lampy sodowe 1x100 W – 1 szt.
Lampy halogenowe 1x50 W – 1 szt.
Lampy jarzeniowe 1x24W – 1 szt.

3. Obliczenia dla stanu istniejącego oświetlenia

Obliczenia zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną wykonano na podstawie Ustawy o charakterystyce energetycznej budynków i wykonawczych aktów pochodnych. W tabelach przedstawiono założenia obliczeniowe i wyniki końcowe w rozbiu na kondygnacje.

Zestawienie danych wejściowych		
Parter - oświetlenie jarzeniowe		
Instalacja oświetlenia		
Pomieszczenia OSP		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	32	-
Strumień świetlny Φ	174720,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	65,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	2688,00	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	6720,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_L	173,13	m ²
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI = (W_{L,t} + W_{P,t})/A_L$	38,81	kWh/(m ² ·rok)
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-

Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_c	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,L\%}=LENI \cdot A_L$	6720,00	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych		
Piętro 1 - oświetlenie jarzeniowe		
Instalacja oświetlenia		
Pomieszczenia OSP		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	38	-
Strumień świetlny Φ	126100,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	65,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	1940,00	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	4850,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_L	209,27	m ²
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI=(W_{L,t} + W_{P,t})/A_L$	23,18	kWh/(m ² ·rok)
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_c	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,L\%}=LENI \cdot A_L$	4850,00	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych		
Oświetlenie zewnętrzne		
Instalacja oświetlenia		
Lampy sodowe		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	1	-
Strumień świetlny Φ	8000,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	80,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	100,00	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	220,00	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200,00	h/rok

Lampy halogenowe		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	1	-
Strumień świetlny Φ	1250,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	25,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	50,00	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	110,00	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200	h/rok
Lampy jarzeniowe		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	1	-
Strumień świetlny Φ	1560,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	65,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	24	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	52,80	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	m ²
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200,00	h/rok

4. Obliczenia dla stanu projektowanego oświetlenia

W stanie projektowanym inwestor zakłada wymianę opraw i źródeł światła na LED. Obliczenia zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną wykonano na podstawie Ustawy o charakterystyce energetycznej budynków i aktów pochodnych. W tabelach przedstawiono założenia obliczeniowe i wyniki końcowe w rozbiu na kondygnacje i pomieszczenia przynależne do poszczególnych jednostek. Do obliczeń projektowanej mocy i zapotrzebowania na energię przyjęto założenie, iż źródła światła po wymianie powinny zapewnić ten sam strumień świetlny, aby nie obniżyć standardów istniejącego oświetlenia.

Zestawienie danych wejściowych		
Parter - oświetlenie LED		
Instalacja oświetlenia		
Pomieszczenia OSP		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	32	-
Strumień świetlny Φ	174720,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	100,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	1747,20	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	4368,00	kWh/rok

Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_L	173,13	m^2
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI=(W_{L,t} + W_{P,t})/A_L$	25,23	kWh/($m^2 \cdot rok$)
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,L\%}=LENI \cdot A_L$	4368,00	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych		
Piętro 1 - oświetlenie LED		
Instalacja oświetlenia		
Pomieszczenia OSP		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	38	-
Strumień świetlny Φ	126100,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	100,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	1261,00	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	3152,50	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_L	209,27	m^2
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI=(W_{L,t} + W_{P,t})/A_L$	15,06	kWh/($m^2 \cdot rok$)
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczny łącznik włączenie/wyłączenie	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,L\%}=LENI \cdot A_L$	3152,50	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych		
Oświetlenie zewnętrzne LED		
Instalacja oświetlenia		
Lampy LED		

Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	1	-
Strumień świetlny Φ	8000,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	100,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	80	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	176,00	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200,00	h/rok
Lampy LED		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	2	-
Strumień świetlny Φ	1250,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	100,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,50	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	27,50	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200	h/rok
Lampy LED		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Ilość opraw	1	-
Strumień świetlny Φ	1560,00	Lm
Skuteczność świetlna η_z	100	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	15,60	W
Całkowita roczna energia zużyta na oświetlenie $W_{L,t} + W_{P,t}$	34,32	kWh/rok
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	0,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	2200,00	h/rok

5. Obliczenia podsumowujące oświetlenia

Dla stanu istniejącego:

- łączna moc zainstalowanych opraw wynosi: 4 802,00 W = 4,8 kW
- roczne zużycie energii końcowej wynosi: 11 952,80 kWh/rok = 11,9 MWh

Dla stanu projektowanego:

- łączna moc zainstalowanych opraw wyniesie: 3 116,30 W = 3,1 kW
- roczne zużycie energii końcowej wyniesie: 7 758,32 kWh/rok = 7,7 MWh

Uzyskane oszczędności:

- zapotrzebowanie na moc: 1,7 kW (35%)
- zużycie energii końcowej: 4,2 MWh/rok (35%)

Uzyskane oszczędności finansowe (przyjęto stawki jednostkowe na podstawie FV za energię uwzględniającą

cenę energii i koszty jej dystrybucji):

- zapotrzebowanie na moc: $1,7 \text{ kW} * 5,055 \text{ zł/kW/mc} * 12 \text{ mc} = 103,12 \text{ zł/rok (brutto)}$
- zużycie energii końcowej: $4,2 \text{ MWh/rok} * 543,96 \text{ zł/MWh} = 2\,284,63 \text{ zł/rok (brutto)}$

Szacowane nakłady brutto wymiany opraw wraz ze źródłami światła wyniosą:

- 70 szt. * 300 zł/szt. = 21 000 zł

Prosta stopa zwrotu inwestycji SPBT wyniesie:

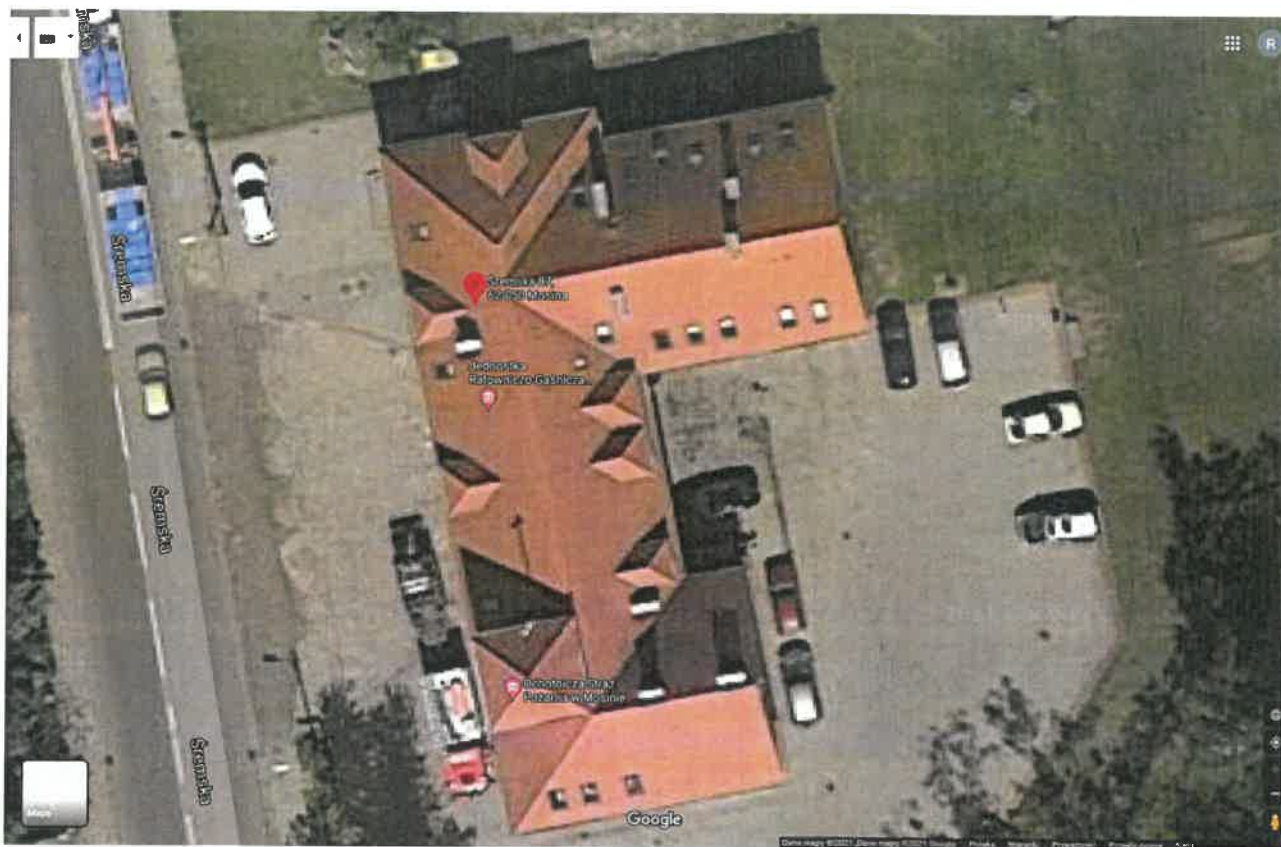
- 21 000 zł / 2 285 zł/rok = 9 lat

Ilość redukcji 1 Mg CO₂ wyniesie:

- 18,5 MWh/rok * 812 kg/MWh = 3 410 kg/rok = 3,4 Mg/rok

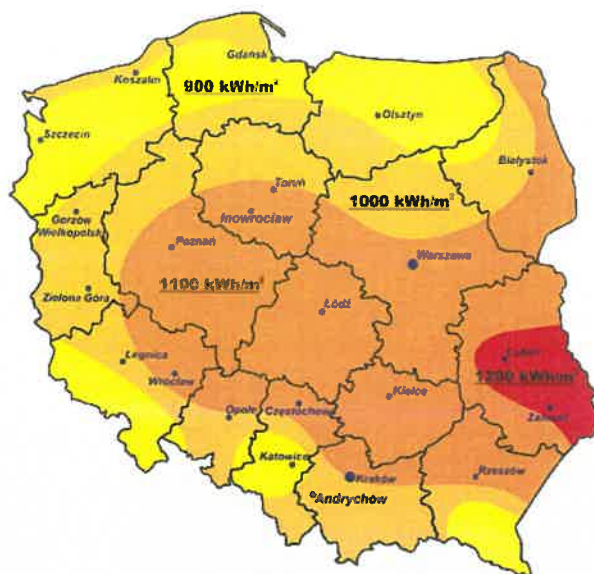
6. Obliczenia instalacji PV

Plan sytuacyjny budynku



Inwestor zdecydował o montażu paneli PV na połaci dachowej południowej OSP. Powierzchnia połaci umożliwia montaż paneli o pow. ok. 15 m². Szacowana moc zainstalowanych paneli PV wyniesie ok. P=3 kW.

Mapa nasłonecznienia obszaru kraju.



Nasłonecznienie w Polsce

Dla lokalizacji inwestycji na podstawie mapki nasłonecznienia w Polsce przyjęto wartość $N=1100 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$.

Tabela współczynników korekcyjnych w zależności od kąta nachylenia dachu (wartości pionowe) oraz kąta odchylenia od kierunku południowego (wartości poziome)

Kąt	-90	-85	-80	-75	-70	-65	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04
10	0,98	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,07	1,07	1,07
15	0,96	0,98	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10
20	0,97	0,98	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,01
25	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
30	0,94	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
35	0,92	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,15
40	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13
45	0,88	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12
50	0,87	0,89	0,92	0,95	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10	1,10	1,11
55	0,85	0,87	0,89	0,92	0,96	0,98	0,99	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
60	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	1,00	0,98	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06
65	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
70	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99
75	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95
80	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90
85	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
90	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Przyjęto współczynnik $k=1,11$ (nachylenie dachu 45° , odchylenie od południa 15°)

Roczny uzysk energii elektrycznej z instalacji PV obliczono ze wzoru:

$$E = (N * k * P * ww) / STC = (1100 * 1,11 * 3 * 0,85) / 1 = 3113,6 \text{ kWh/rok} = 3,1 \text{ MWh/rok}$$

gdzie:

- średnia roczna produkcja energii elektrycznej: E [kWh/rok]
- średnie nasłonecznienie: $N = 1100 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$
- współczynnik korekcyjny: $k = 1,11$
- moc paneli: $P = 3 \text{ kW}$
- współczynnik wydajności (sprawność): $ww = 0,85$
- natężenie promieniowania, przy których testowane są moduły: $STC = 1 \text{ kW/m}^2$

6. Obliczenia podsumowujące instalacji PV

Uzyskana produkcja energii elektrycznej z paneli PV:

- moc: 3 kW
- produkcja energii elektrycznej: $3,1 \text{ MWh/rok}$

Uzyskane oszczędności finansowe (przyjęto stawki jednostkowe na podstawie FV za energię uwzględniającą 80% ceny zakupu energii):

- produkcja energii elektrycznej: $3,1 \text{ MWh/rok} * 275,32 \text{ zł/MWh} = 853,49 \text{ zł/rok (brutto)}$

Szacowane nakłady brutto zakupu i montażu instalacji PV:

- $15 \text{ m}^2 \text{ szt.} * 1250 \text{ zł/m}^2 = 18750 \text{ zł}$

Prosta stopa zwrotu inwestycji SPBT wyniesie:

- $18750 \text{ zł} / 853 \text{ zł/rok} = 22 \text{ lata}$

Ilość redukcji 1 Mg CO_2 wyniesie:

- $3,1 \text{ MWh/rok} * 812 \text{ kg/MWh} = 2517,2 \text{ kg/rok} = 2,5 \text{ Mg/rok}$



L	Typ	Ilość/szt	Moc W.	Suma W.
1	Oprawa Led 46W 5600Lm. (2x58 W)	21	46	966
2	Panel Led 40W 4000Lm. (4x14 W)	33	40	1320
3	Plafon 6W 360Lm. (1x14W)	4	6	24
4	Plafon 12W 720 Lm. (1x24W)	12	12	144
5	Naświetlacz Led 70W 6500 Lm (sodowe 1x100 W)	1	70	70
6	Naświetlacz Led 10W 800 Lm. (halogenowe 1x50 W)	1	10	10
7	Oprawa hermetyczna 9W 900 Lm. (jarzeniowe 1x24W)	1	9	9
			Razem W	2543,0

PORÓWNIANIE MOCY

	Suma Moc [W] oprawy stare			Moc [W] jednostkowa	Suma Moc [W] oprawy nowe
2X58				21	52,7
4X14				33	34
				33	1122
1X14				4	0
1X24				12	48
				14	168
1X100					
1X50				1	28
1X24				1	28
				1	13
				1	0
Suma:	4802				2513,7