

**M S C**    **E N E R G O E K S P E R T**

**PROJEKTOWANIE I DORADZTWO TECHNICZNE**

**80-808 GDAŃSK, UL. BPA ANDRZEJA WRONKI 2**

**REGON : 191552398**

**NIP : 588-138-56-45**

**TEL. : 58 300-41-03**

**TEL. KOM. : 608 062 533**

**e-mail: [msc1@wp.pl](mailto:msc1@wp.pl)**

## **AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ)**

**DLA BUDYNKU MIESZKALNEGO**

**zlokalizowanego  
w Gościnnie przy ul. Drzewiarza 24**



**Gdańsk 2016**




## 2. ZBIORCZA KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ) DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA OBEJMUJĄCEGO WYMIANĘ OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE ORAZ MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		19.08.2016	
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Wymiana źródeł światła oraz montaż paneli fotowoltaicznych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce opraw zniszczonych oraz montaż paneli fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej w budynku mieszkalnym przy ul. Drzewiarza 24 w Gościcinie		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:	Gmina Wejherowo Osiedle Przyjaźni 6 84-200 Wejherowo Budynek mieszkalny wielorodzinny w Gościcinie przy ul. Drzewiarza 24		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
2017	2018	nd	6
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	1 185,76	[kWh/rok]	0,10 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	5 543,58	[kWh/rok]	0,48 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	1,50		[ton/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>			
Imię i nazwisko:	Teresa Żurek Maciej Chojnacki Jerzy Buriak		
Nr uprawnienia:	nie dotyczy		
Nr telefonu:	608 062 533		
Podpis:	<i>Teresa Żurek      Jerzy Buriak      Chojnacki Maciej</i>		
<p>* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.  ** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.  *** Na podstawie wskaźników emisji CO<sub>2</sub> zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr. 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.</p>			

### **3. OBLICZENIA SZCZEGÓŁOWE**

## **CZĘŚĆ I**

# **AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA**

1 Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej (energii elektrycznej)				
<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>				
1.1	<b>Nazwa budynku</b>	<b>Budynek mieszkalny wielorodzinny</b>	1.2	<b>Rok budowy</b>
				lata 50-te
1.3	<b>Inwestor</b> (Nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	<b>GMINA WEJHEROWO</b> Osiedle Przyjaźni 6 kod: 84-200 miejscowość: Wejherowo tel. 58 677 97 33 fax. 58 677 97 00 e-mail: sekretariat@ug.wejherowo.pl	1.4	<b>Adres budynku</b> ul. Drzewiarza 24 kod: 84-241 miejscowość: Gościcino gmina: Wejherowo powiat: wejherowski województwo: pomorskie
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt</b> <b>MSC ENERGOEKSPERT Projektowanie i Doradztwo Techniczne</b> <b>Teresa Żurek</b> <b>80-808 Gdańsk, ul. Bpa Andrzeja Wronki 2</b> <span style="float: right;"><b>REGON : 191552398</b></span>				
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b> dr inż. Teresa Żurek, 80-808 Gdańsk, ul. Bpa Andrzeja Wronki 2 Studium Podyplomowe "Audytyng energetyczny" Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/805/2009 - nr wpisu do rejestru: 1523 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>				
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac</b>				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)	
1	mgr inż. Maciej Chojnacki	Wykonanie wizji lokalnej, zaproponowanie rozwiązania optymalizacyjnego zużycie energii elektrycznej oraz przeprowadzenie analizy ekonomicznej		
2	dr inż. Teresa Żurek	Koordinacja projektu	jw.	
<b>5. Miejscowość:</b>	<b>Gdańsk</b>	<b>Data wykonania opracowania:</b>	<b>19.08.2016 r.</b>	
<b>6. Spis treści</b>				
1	Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej (energii elektrycznej)			str. 1
2	Karta audytu efektywności energetycznej			str. 3
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			str. 4
4.	Charakterystyka budynku i systemu oświetlenia			str. 5
4.1.	Charakterystyka budynku oraz systemu zasilającego w energię elektryczną			str. 5
4.2.	Inwentaryzacja z określeniem czasu użytkowania oświetlenia			str. 6
5	Analiza możliwości przeprowadzenia modernizacji			str. 9
5.1	Proponowane rozwiązanie <i>Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce zniszczonych</i>			str. 9

5.2	Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie - stan istniejący	str. 9
5.3	Nakłady inwestycyjne dla proponowanego rozwiązania	str. 11
5.4	Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji	str. 12
5.5	Efekty energetyczne proponowanego rozwiązania	str. 13
5.6	Efekty ekonomiczne proponowanego rozwiązania	str. 14
5.7	Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT	str. 15
5.8	Propozycja rozwiązania optymalnego	str. 15
5.9	Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania	str. 15
6	Wykaz norm, aktów prawnych i materiałów źródłowych	str. 16

2. KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		19.08.2016		
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce zniszczonych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Wymiana źródeł światła we wszystkich istniejących oprawach na LED połączona z montażem nowych opraw w miejsce opraw zniszczonych		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Gmina Wejherowo Osiedle Przyjaźni 6 84-200 Wejherowo Budynek mieszkalny wielorodzinny w Gościcinie przy ul. Drzewiarza 24		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
2017	2018	nd	6	
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)</b>				
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	1 185,76	[kWh/rok]	0,10	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	3 557,28	[kWh/rok]	0,31	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> ***:	0,96			[ton/rok]
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i nazwisko:	Maciej Chojnacki			
Nr uprawnienia:	nie dotyczy			
Nr telefonu:	665-747-132			
Podpis:	<i>Chojnacki Maciej</i>			
<p>* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.</p> <p>** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.</p> <p>*** Na podstawie wskaźników emisji CO<sub>2</sub> zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr. 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.</p>				



<b>3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora</b>	
<b>3.1. Dokumentacja projektowa</b>	
1	Inwentaryzacja architektoniczna budynku mieszkalnego wielorodzinnego wolnostojącego usytuowanego na działce nr 853 w Gościcinie przy ul. Drzewiarza 24. Opr. Ireneusz Adamczak - wrzesień 2009
<b>3.2. Inne dokumenty i dane źródłowe</b>	
1	Protokoły pomiarów elektrycznych w budynku - listopad 2012 r.
2	Taryfa Energa Operator 2016
3	Taryfa Energa Obrót 2016
<b>3.3. Osoby udzielające informacji</b>	
1	Urząd Gminy Wejherowo - p. Ryszard Jeske
2	Użytkownicy poszczególnych lokali mieszkalnych w budynku przy ul. Drzewiarza 24
<b>3.4. Daty wizji lokalnych</b>	
	23.06.2016 r.                      09.08.2016 r.
<b>3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora</b>	
1	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej
2	Audyty oświetlenia połączony z oceną opłacalności instalacji elektrowni słonecznej na dachu
<b>3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów modernizacji</b>	
Brak wytycznych	
<b>3.7. Uwagi dotyczące cen</b>	
<p>Ceny urządzeń, materiałów oraz koszty robót modernizacyjnych przyjmowane do analizy ekonomicznej są cenami brutto i zawierają podatek VAT.</p> <p>Ceny i stawki opłat jednostkowych za energię elektryczną przyjmowane do celów analiz są cenami brutto i zawierają podatek VAT.</p>	

## 4. Charakterystyka budynku i systemu oświetlenia

### 4.1. Charakterystyka budynku oraz systemu zasilającego w energię elektryczną

Przedmiotem niniejszego audytu jest budynek mieszkalny wielorodzinny zlokalizowany w miejscowości Gościcino przy ulicy Drzewiarza 24.

Budynek wybudowany został prawdopodobnie w latach 50-tych (brak szczegółowej daty).

Główna bryła budynku o wymiarach 10,03 x 13,84 m – 2-kondygnacyjna.

Budynek wolnostojący – całkowicie podpiwniczony.

Powierzchnia zabudowy – 139 m<sup>2</sup>.

Powierzchnia netto budynku - 319,94 m<sup>2</sup>.

Wejście do budynku poprzez klatkę schodową usytuowaną od strony południowo-zachodniej.

W budynku położone są 4 lokale mieszkalne o powierzchni użytkowej 190,30 m<sup>2</sup>.

Liczba mieszkańców – 13 osób.

W piwnicach budynku zlokalizowane są pomieszczenia techniczne kotłowni olejowej oraz komórki lokatorskie.

Tabela 4.1 Zestawienie danych dotyczących lokali mieszkalnych

Nr	Nazwa	Liczba mieszkańców [osób]	Powierzchnia pomieszczeń [m <sup>2</sup> ]	Kubatura pomieszc. [m <sup>3</sup> ]
1	LOKAL MIESZKALNY NR 1	2	20,22	52,57
2	LOKAL MIESZKALNY NR 2	5	164,96	428,90
3	LOKAL MIESZKALNY NR 3	1	129,64	281,02
4	LOKAL MIESZKALNY NR 4	5	510,24	1320,06
<b>ŁĄCZNIE</b>		<b>13</b>	<b>825,06</b>	<b>2082,54</b>

Powierzchnia piwnic - 99,86 m<sup>2</sup>, w tym kotłownia - 27,71 m<sup>2</sup>.

Powierzchnia klatki schodowej - 29,78 m<sup>2</sup>.

Obiekt użytkowany jest jak typowy budynek mieszkalny przez cały rok.

Obiekt zasilany z zewnętrznego przyłącza napowietrznego.

Każde mieszkanie posiada własny licznik energii elektrycznej.

Instalacje elektryczne w poszczególnych mieszkaniach są bardzo zróżnicowane.

Ze względu na indywidualny sposób rozliczeń za energię elektryczną poszczególnych lokali mieszkalnych i brak dostępu do faktur rozliczeniowych brak jest możliwości szczegółowego określenia rzeczywistych kosztów energii elektrycznej zużywanej w budynku.

W związku z powyższym do dalszych analiz przyjęto koszty jednostkowe energii elektrycznej przyjęte w oparciu o szacunek własny autorów opracowania.

## 4.2. Inwentaryzacja z określeniem czasu użytkowania oświetlenia






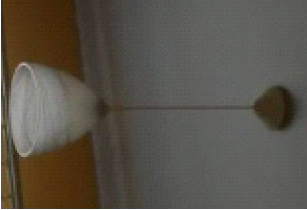


Inwentaryzację oświetlenia przeprowadzono podczas wizji lokalnej na terenie obiektu.

Oświetlenie jest typowe dla wiekowych obiektów mieszkalnych. Należy zauważyć, że z uwagi na fakt, że są to pomieszczenia mieszkalne, wymagania dotyczące oświetlenia nie są restrykcyjne. Natężenie oświetlenia powinno być takie, aby zapewnić komfort użytkownika. Podczas wizji lokalnej mieszkańcy określili, że istniejące oświetlenie jest zadowalające, należy zatem zmodernizować oświetlenie do takiego poziomu jaki został zastany. W dalszej części opracowania przedstawiony został jedyny możliwy sposób modernizacji oświetlenia w lokalach mieszkalnych, polegający na wymianie źródeł światła. W miejscach gdzie oprawy były zniszczone zaproponowano zakup i montaż nowych.

Czasy użytkowania oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach określono w oparciu o Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Nr	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia pomieszczeń [m <sup>2</sup> ]	Wysokość rzeczywista [m]	Oprawy	Ilość [szt.]	Liczba źródeł [szt.]	Źródło	Moc [W]	Moc oprawy [W]	Razem [W]	Czas użytkowania [h/rok]
<b>0</b>	<b>PIWNICA</b>										
0.1	Klatka schodowa	14,69	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	420
0.2	Komunikacja	6,34	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	420
0.3	Kotłownia olejowa	27,71	2,00	Plafon przemysłowy	2	1	żarówka	60	60	120	360
0.4	Komórka lokatorska	11,78	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
0.5	Komórka lokatorska	8,59	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
0.6	Komórka lokatorska	9,61	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
0.7	Komórka lokatorska	3,73	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
0.8	Komórka lokatorska	17,41	2,00	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
	<b>RAZEM - piwnica</b>	<b>99,86</b>								<b>540</b>	
<b>1</b>	<b>PARTER</b>										
1.1	Przedpokój	3,15	2,86	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
1.2	Pokój	17,92	2,86	Żyrandol	1	4	światłówka	23	92	92	1100
1.3	Łazienka	3,83	2,86	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
1.4	Kuchnia	10,00	2,86	Wisząca	1	1	żarówka	60	60	60	1900
1.5	Spizarnia	2,50	2,86	Wisząca	1	1	żarówka	60	60	60	360
1.6	Przedpokój	6,34	2,86	Żyrandol	1	2	żarówka	60	120	120	1100
1.7	Kuchnia	4,95	2,86	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1900
				Halogen szafkowy	3	1	halogen	20	20	60	1900
1.8	Spizarnia	2,83	2,86	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
1.9	Łazienka	3,60	2,86	Kinkiet	1	1	żarówka	60	60	60	1100
1.10	Pokój	12,21	2,86	Żyrandol	1	3	żarówka	40	120	120	1100
1.11	Pokój	16,89	2,86	żyrandol	1	5	żarówka	40	200	200	1100
1.12	Pokój	10,93	2,86	żyrandol	1	3	żarówka	40	120	120	1100
1.13	Klatka schodowa	14,89	2,86	Bez oprawy	1	1	żarówka	60	60	60	420
	<b>Razem - parter</b>	<b>110,04</b>								<b>1 192</b>	

Nr	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia pomieszczeń [m <sup>2</sup> ]	Wysokość rzeczywista [m]	Oprawy	Ilość [szt.]	Liczba źródeł [szt.]	Źródło	Moc [W]	Moc oprawy [W]	Razem [W]	Czas użytkowania [h/rok]
<b>2</b>	<b>PIĘTRO</b>										
2.1	Przedpokój	3,15	2,60	Wisząca	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.2	Pokój	17,92	2,60	Żyrandol	1	3	żarówka	40	120	120	1100
2.3	Łazienka	3,83	2,60	Wisząca	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.4	Kuchnia	10,00	2,60	Wisząca	1	1	żarówka	60	60	60	1900
2.5	Spizarnia	2,50	2,60	Bez oprawy	1	1	żarówka	60	60	60	360
2.6	Przedpokój	6,34	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.7	Kuchnia	4,95	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1900
2.8	Spizarnia	2,83	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	360
2.9	Łazienka	3,60	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.10	Pokój	12,21	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.11	Pokój	16,89	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.12	Pokój	10,93	2,60	Plafon	1	1	żarówka	60	60	60	1100
2.13	Klatka schodowa	14,89	2,60	Bez oprawy	1	1	żarówka	60	60	60	420
	<b>Razem - piętro I</b>	<b>110,04</b>								<b>840</b>	
	<b>RAZEM</b>	<b>319,94</b>								<b>2 572</b>	

Inwentaryzacja fotograficzna zastosowanych opraw oświetleniowych		
Lp.	Typ oprawy	Widok oprawy
1	Bez oprawy	
2	Plafon przemysłowy	
3	Plafon domowy	 
4	Plafon - piwnica	
5	Wisząca	
6	Żyrandole	 

<b>5 Analiza możliwości przeprowadzenia modernizacji</b>	
<b>5.1 Proponowane rozwiązanie</b>	
Rodzaj modernizacji i usprawnień	Sposób realizacji
Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce zniszczonych	Wymiana żarówek na odpowiednik LED 10W Wymiana świetlówek energooszczędnych na odpowiednik LED 10W Wymiana halogenu 20W na zamiennik LED 4W Montaż 3 plafonów LED 10W w miejsce plafonów bez oprawy

## 5.2 Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie - stan istniejący

### Metoda obliczeniowa

Zgodnie z:

Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii ,

sporządzając audyt efektywności energetycznej w celu modernizacji oświetlenia: stosuje się metody obliczeń określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (dalej: Rozporządzenie SCHE).

Zgodnie z Rozporządzeniem SCHE:

1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie  $E_{K,L}$  oblicza się według wzoru:

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1)$$

gdzie:

- $j$  - poszczególne pomieszczenia w budynku;
- $E_{K,L,j}$  - zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia  $j$ -tego pomieszczenia [kWh/rok] określone z zależności:

$$E_{K,L,j} = E_{L,j} \cdot A_{f,j} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.2)$$

gdzie:

- $E_{L,j}$  - jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia j-tego pomieszczenia [kWh/(m<sup>2</sup> rok)];  
 $A_{f,j}$  - powierzchnia j-go pomieszczenia [m<sup>2</sup>].

Jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia  $E_{L,j}$  należy obliczać według następującego wzoru:

$$E_{L,j} = F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [ (t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O) ] \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.3)$$

gdzie:

- $P_N$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia w pomieszczeniu [W/m<sup>2</sup>];  
 $t_D$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok];  
 $t_N$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok];  
 $F_C$  - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego określany z zależności:  
 $F_C = (1+MF)/2$ , gdzie MF - współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia;  
 $F_O$  - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w pomieszczeniu;  
 $F_D$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w pomieszczeniu.

Dla stanu wyjściowego w analizowanym budynku współczynniki wchodzące do wzoru 5.3 przyjmują następujące wielkości:

Lp.	Współczynnik	Wartość	Uzasadnienie
1	MF	1,0	Brak regulacji natężenia oświetlenia
2	$F_C$	1,0	jw.
3	$F_O$	1,0	Regulacja ręczna
4	$F_D$		Regulacja ręczna

W związku z powyższymi formułami obliczeniowymi 5.3, 5.2 i 5.1 przekształcają się do następującej postaci:

$$E_{L,j} = P_N / 1000 \cdot (t_D + t_N) \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.4)$$

$$E_{K,L,j} = P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.5)$$

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} = \sum P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.6)$$

gdzie:

- $P_j$  - sumaryczna moc opraw w danym pomieszczeniu [W];  
 $t_j$  - roczny czas pracy oświetlenia w danym pomieszczeniu [h/rok].

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na potrzeby oświetlenia dla budynku dla stanu istniejącego określa się więc przy pomocy formuł 5.5 i 5.6.

Wyniki obliczeń zestawiono w poniższej tabeli w podziale na zastosowane źródła światła.

Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie - stan istniejący						
Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie						
Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc [W]	Czas użytkowania [h/a]	Ilość [szt.]	Energia [kWh]
1	Plafon	żarówka	60	1900	2	228,00
				1100	7	462,00
				420	2	50,40
				360	7	151,20
2	Wisząca	żarówka	36	1900	2	136,80
				1100	2	0,00
				360	1	12,96
3	Żyrandol 5 źródeł	5 żarówek	200	1100	1	220,00
4	Żyrandol 4 źródła	4 świetlówki	92	1100	1	101,20
5	Żyrandol 3 źródła	3 żarówki	120	1100	3	396,00
6	Żyrandol 2 źródła	2 żarówki	120	1100	1	132,00
7	Kinkiet	żarówka	60	1100	1	66,00
8	Halogen	halogen	20	1900	3	114,00
9	Plafon przemysłowy	żarówka	60	360	2	43,20
10	Bez oprawy	żarówka	60	420	3	75,60
<b>Suma</b>		-	-	-	-	<b>2 189,36</b>

### 5.3 Nakłady inwestycyjne dla proponowanego rozwiązania

Tabela 5.3.1

Zestawienie kosztów wymiany źródeł światła na LED

Lp.	Składowa inwestycji	Ilość [szt.]	Koszt jednostkowy [[zł/szt.]	Koszt całkowity [zł]
1	Źródło LED E27 10W (zamiennik żarówek i świetlówek energooszczędnych)	29	32,00	928,00
2	Źródło LED 8W- zamiennik żarówek 40W	14	26,00	364,00
3	Oprawa LED plafon 10W	3	112,00	336,00
4	Źródło LED g4	3	20,00	60,00
5	Montaż oświetlenia	1	150,00	150,00
<b>Nakłady łączne</b>		---	---	<b>1 838,00</b>



#### 5.4 Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji

Obliczenia przeprowadza się zgodnie z metodyką opisaną w punkcie 5.2.

Dla stanu po modernizacji oświetlenia w analizowanym budynku współczynniki wchodzące do wzoru 5.3 przyjmują następujące wielkości:

Lp.	Współczynnik	Wartość	Uzasadnienie
1	MF	1,0	Brak regulacji natężenia oświetlenia
2	F <sub>C</sub>	1,0	jw.
3	F <sub>O</sub>	1,0	Regulacja ręczna
4	F <sub>D</sub>		Regulacja ręczna

W związku z powyższym formuły obliczeniowe 5.3, 5.2 i 5.1 przekształcają się do następującej postaci:

$$E_{L,j} = P_N / 1000 \cdot (t_D + t_N) \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.4)$$

$$E_{K,L,j} = P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.5)$$

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} = \sum P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.6)$$

gdzie:

$P_j$  - sumaryczna moc opraw w danym pomieszczeniu [W];

$t_j$  - roczny czas pracy oświetlenia w danym pomieszczeniu [h/rok].

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na potrzeby oświetlenia dla budynku dla stanu po modernizacji określa się więc przy pomocy formuł 5.5 i 5.6.

Wyniki obliczeń zestawiono w poniższej tabeli w podziale na przewidywane do zastosowania źródła światła.

Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji							
Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji							
Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc [W]	Czas użytkowania [h/a]		Ilość [szt.]	Energia [kWh]
1	Plafon	LED	10	1900	2	2	38,00
				1100	7	7	77,00
				420	2	11	46,20
				360	7	7	25,20
2	Wisząca	LED	10	1900	2	11	209,00
				1100	2	1	11,00
				360	1	4	0,00
3	Żyrandol 5 źródeł	5x LED	50	1100	1	1	0,00
4	Żyrandol 4 źródła	4x LED	40	1100	1	2	88,00
5	Żyrandol 3 źródła	3x LED	30	1100	3	1	33,00
6	Żyrandol 2 źródła	2x LED	20	1100	1	1	22,00
7	Kinkiet	LED	10	1100	1	24	264,00
8	Halogen	LED	4	1900	3	6	114,00
9	Plafon przemysłowy	LED	10	360	2	20	72,00
10	Plafon LED	LED	10	420	3	1	4,20
<b>Suma</b>		-	-	-	-	-	<b>1 003,60</b>

## 5.5 Efekty energetyczne proponowanego rozwiązania

Zyski energetyczne wynikające z modernizacji oświetlenia w budynku wyliczono jako różnicę w poborze energii przed i po modernizacji.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 5.5.1

Tabela 5.5.1

Określenie efektów energetycznych dla proponowanego wariantu modernizacji

Opis wariantu modernizacji	Zapotrzebowanie na energię przed modernizacją [kWh/rok]	Zapotrzebowanie na energię po modernizacji [kWh/rok]	Zysk energetyczny kWh/rok
Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce zniszczonych	2 189,36	1 003,60	1 185,76

## 5.6 Efekty ekonomiczne proponowanego rozwiązania

W celu wyliczenia efektów ekonomicznych modernizacji zastosowano oszacowaną stawkę za energię elektryczną, standardową dla mieszkań, przy założeniu, że posiadają one umowę kompleksową na dostawę energii elektrycznej. Założona stawka to 61 gr/kWh.

Tabela 5.6.1

### Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła na LED

Lp.	Parametr	ilość	Cena jednostkowa	Oszczędność roczna
1	Oszczędność energii elektrycznej	1 185,76	0,61	723,31
2	Obniżenie mocy umownej	0,00	0,00	0,00
3	Nakłady inwestycyjne	nd	nd	1 838,00
4	SPBT	nd	nd	2,54

### Kalkulacja IRR

1	Nakłady inwestycyjne - przepływ pieniężny	-1 838,00
2	Przepływy gotówkowe w każdym roku	723,31
3	Zakładany ilość lat użytkowania	6,00
4	IRR	31,87%

## 5.7 Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Tabela 5.7.1

Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres modernizacji	Nakłady [zł]	SPBT [lata]	IRR
Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce zniszczonych	1 838,00	2,54	31,87%

## 5.8 Propozycja rozwiązania optymalnego

Z uwagi na charakterystykę budynku brano pod uwagę jedyne możliwe pod kątem technicznym i ekonomicznym rozwiązanie oparte o wymianę źródeł światła.

Biorąc pod uwagę wskaźniki ekonomiczne, modernizacja jest opłacalna.

W analizie ekonomicznej wzięto pod uwagę tylko zyski związane z mniejszym zużyciem energii. Warto jednak podkreślić żywotność oświetlenia opartego o diody LED. Oświetlenie to jest dużo bardziej wytrzymałe od żarówek, czy też świetlówek. W związku z tym koszty eksploatacji oświetlenia spadną, gdyż nie będzie konieczności tak częstej wymiany źródeł światła.

## 5.9 Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania

Zgodnie z komunikatem Krajowego Ośrodka Badań i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) z czerwca 2011 r. emisja dwutlenku węgla przypadająca na 1MWh wyprodukowanej w Polsce energii elektrycznej wynosi: 0,812 Mg CO<sub>2</sub> / MWh.

Na podstawie tego wskaźnika należy wyliczyć efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania, polegającego na modernizacji oświetlenia.

Oszczędność energii	Wskaźnik emisji	Zmniejszenie emisji
[MWh/rok]	[t CO <sub>2</sub> /MWh]	[t CO <sub>2</sub> /rok]
1,19	0,812	0,96

## 6 Wykaz norm, aktów prawnych i materiałów źródłowych

- 1 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej całość techniczno- użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej
- 2 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr
- 3 Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
- 4 Norma PN-EN 15193 Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia
- 5 OSRAM- katalog źródeł LED

## **CZĘŚĆ II**

### **KONCEPCJA BUDOWY ELEKTROWNI SŁONECZNEJ W RAMACH AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ**

## Spis treści

1	Wstęp.....	2
2	Lokalizacja budynku i analiza nasłonecznienia dachu .....	2
2.1	Założenia .....	2
2.2	Lokalizacja budynku .....	3
2.3	Wymiary budynku i dokumentacja fotograficzna .....	4
2.4	Dane klimatyczne .....	7
3	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu I.....	8
3.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia .....	8
3.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej .....	10
3.2.1	Schemat ideowy elektrowni.....	10
3.2.2	Konfiguracja elektrowni.....	11
3.2.3	Zmienność produkcji energii .....	11
3.2.4	Moc elektrowni i produkcja roczna .....	13
3.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku.....	14
3.3.1	Założenia .....	14
3.3.2	Wyniki obliczeń.....	14
3.3.3	Wnioski.....	17
4	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II.....	18
4.1	Oszacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby wspólne budynku ..	18
4.2	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia .....	19
4.3	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej .....	22
4.3.1	Konfiguracja elektrowni.....	22
4.3.2	Zmienność produkcji energii .....	22
4.3.3	Moc elektrowni i produkcja roczna .....	24
4.4	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku.....	25
4.4.1	Założenia .....	25
4.4.2	Wyniki obliczeń.....	25
4.4.3	Wnioski.....	28
5	Podsumowanie.....	28

## 1 Wstęp

Na podstawie analizy nasłonecznienia połaci dachowych budynku mieszkalnego w Gościcinie przy ulicy Drzewiarza 24 w istniejącym kształcie wytypowano powierzchnie pod zabudowę modułami PV typu polikrystalicznego.

Przeanalizowano możliwości budowy elektrowni słonecznej na dachu budynku w następujących wariantach:

### **Wariant I:**

Dwie elektrownie słoneczne o sumarycznej mocy 6 kW i rocznej produkcji energii ok. 4,1 MWh. Elektrownie będą stanowiły wyposażenie dwóch lokali mieszkalnych, które uzyskają status mieszkań prosumenckich.

### **Wariant II:**

Mała elektrownia o mocy 0,8 kW pokrywająca potrzeby administracyjne budynku (oświetlenie klatki i piwnic) oraz potrzeby związane z zapotrzebowaniem na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w kotłowni budynku.

W obu rozpatrywanych wariantach koncepcji elektrowni PV profile obciążenia nie są zgodne z profilem generacji. Założono, że tylko część wyprodukowanej energii może zostać natychmiast skonsumowana w budynku. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego.

Energia bilansowana obłożona jest 20% redukcją mającą pokryć straty techniczne i koszty dystrybucji energii. Oznacza to, że przedsiębiorstwo skupujące energię dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,8.<sup>1</sup>

## 2 Lokalizacja budynku i analiza nasłonecznienia dachu

### 2.1 Założenia

W niniejszym rozdziale przeanalizowano położenie budynku i wpływ zacienienia w przypadku budowy elektrowni na dachu przyjmując:

- ułożenie modułów PV równoległe z dachem (wariant 1) lub na stelażach (wariant 2);
- dobrą wentylację między modułami i pokryciem dachowym;
- wykorzystanie modułów z ogniwami z krzemu polikrystalicznego;
- pionowe rozmieszczenie modułów na połaciach dachu (krótsza krawędź modułów wzdłuż okapu dachu, a dłuższa wzdłuż krawędzi bocznej dachu).

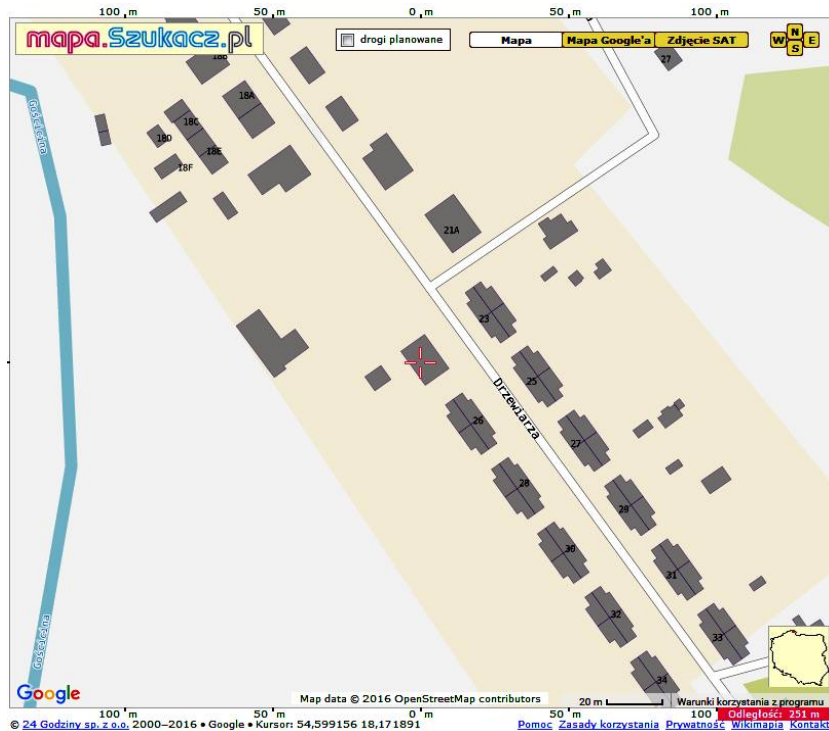
Na potrzeby analizy nasłonecznienia zbudowano trójwymiarowy model komputerowy budynku.

<sup>1</sup> USTAWA z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. poz. 925, Warszawa, dnia 28 czerwca 2016 r.

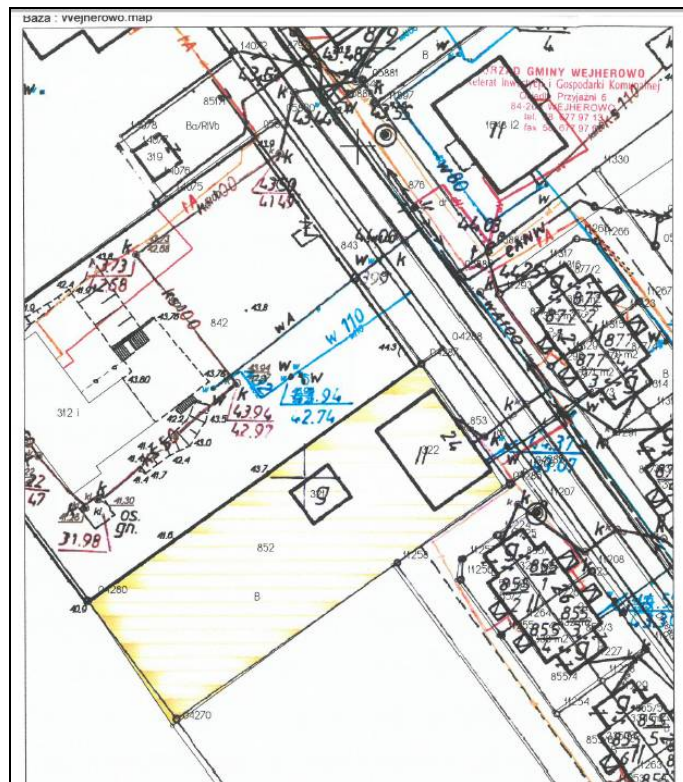


## 2.2 Lokalizacja budynku

Budynek zlokalizowany jest w miejscowości Gościcino przy ulicy Drzewiarza 24 na 54,5991 stopnia szerokości geograficznej północnej i 18,171499 stopnia długości geograficznej wschodniej.

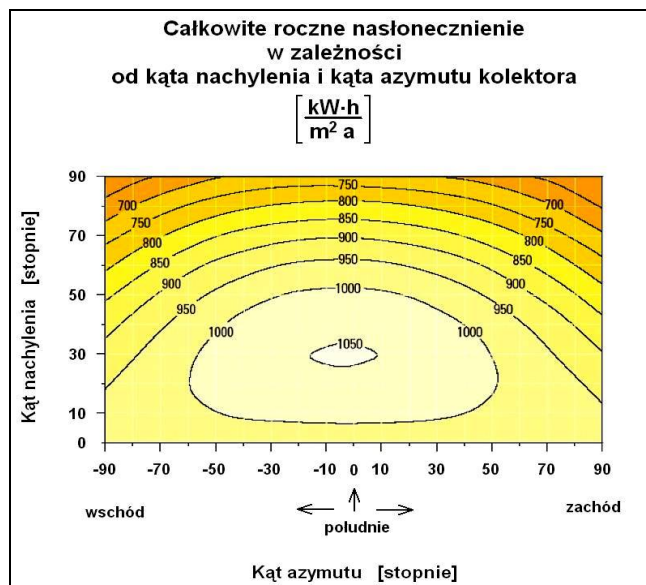


Rysunek 2.1 Lokalizacja budynku wg Google Maps



Rysunek 2.2. Usytuowanie budynku wg Książki Obiektu

Budynek nie posiada połaci dachu zorientowanych dokładnie na południe.  
 W przypadku lokalizacji elektrowni słonecznej zwróconej na wschód lub zachód odnotowujemy około 20% stratę nasłonecznienia względem orientacji południowej (rysunek poniżej).



Rysunek 2.3. Wpływ azymutu na roczną wartość nasłonecznienia powierzchni nachylonej

W analizowanym przypadku budynek posiada dach praktycznie płaski (niewielkie nachylenie), co przy założeniu montażu modułów fotowoltaicznych równoległe z dachem zmarginalizowałoby problem orientacji geograficznej budynku.

Przy montażu na stelażach w rzędach równoległych do okapów dachu produkcja energii nie będzie osiągać maksymalnych wartości.

## 2.3 Wymiary budynku i dokumentacja fotograficzna

Wymiary budynku:

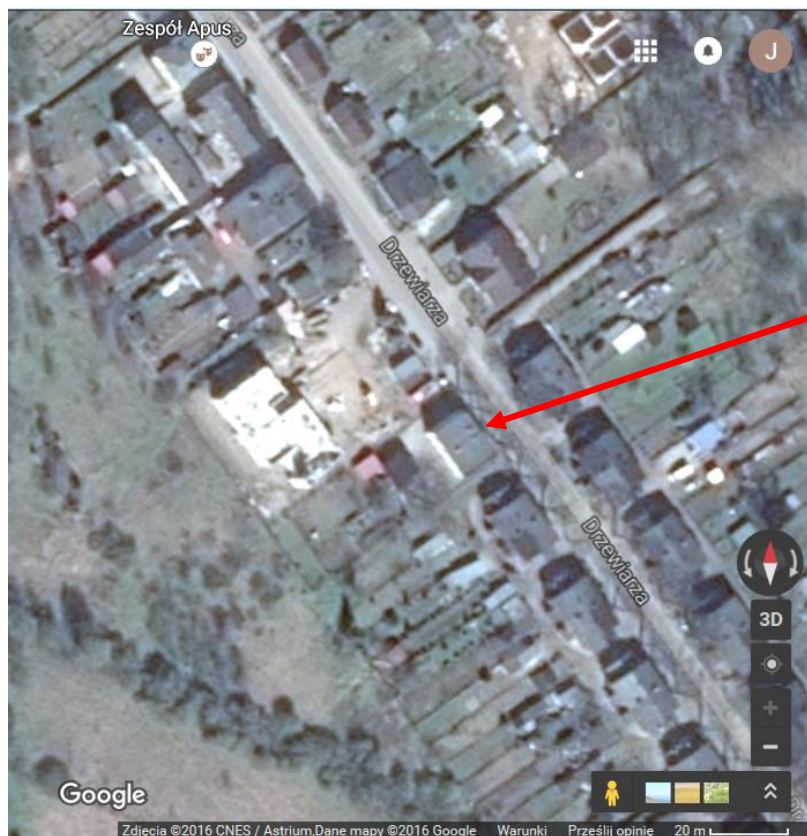
- wysokość                      - 7,28 m
- szerokość                     - 13,84 m
- długość                        - 10,03 m.

Powierzchnia dachu: - 138,8 m<sup>2</sup>.

Spad dachu od środka w obu kierunkach: 7,28 stopnia.

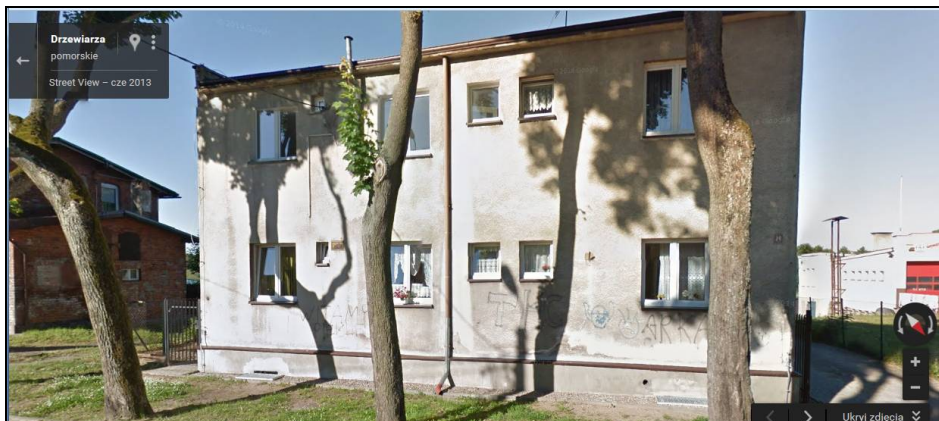


Rysunek 2.4. Przekrój budynku wg Inwentaryzacji architektonicznej



Rysunek 2.5. Zdjęcie lotnicze terenu wokół budynku





Rysunek 2.6. Widok elewacji budynku od strony ulicy Drzewiarza



Rysunek 2.7. Widok zacięnionej fasady od ulicy Drzewiarza



Rysunek 2.8. Widok budynku od podwórza

Ściany boczne budynku są zwieńczone niewysoką attyką. Na dachu zlokalizowane są kominy wentylacyjne i spalin. Dodatkowe zacięcie występuje od drzew rosnących przy ulicy.

## 2.4 Dane klimatyczne

Do analizy przyjęto dane ze stacji meteorologicznej Gdańsk-Rębiechowo.

Dane klimatyczne			
Kraj		Lokalizacja	
Polska		GDANSK,REBIECHOWO	
Szerokość geograficzna	54° 22' 48" (54,38°)	Suma roczna nasłonecznienia globalnego	1042 kWh/m <sup>2</sup>
Długość geograficzna	18° 27' 36" (18,46°)	Roczna średnia temperatur	8 °C
Strefa czasowa	UTC+1		
Przedział czasu	1986 - 2005		
Rozdzielczość	Godzinowy	<a href="#">Parametry symulacji</a>	

### 3 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu I

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę dwóch elektrowni słonecznych o sumarycznej mocy 6 kW i rocznej produkcji energii około 4,1 MWh. Elektrownie będą stanowiły wyposażenie dwóch lokali mieszkalnych, które uzyskają status mieszkań prosumenckich.

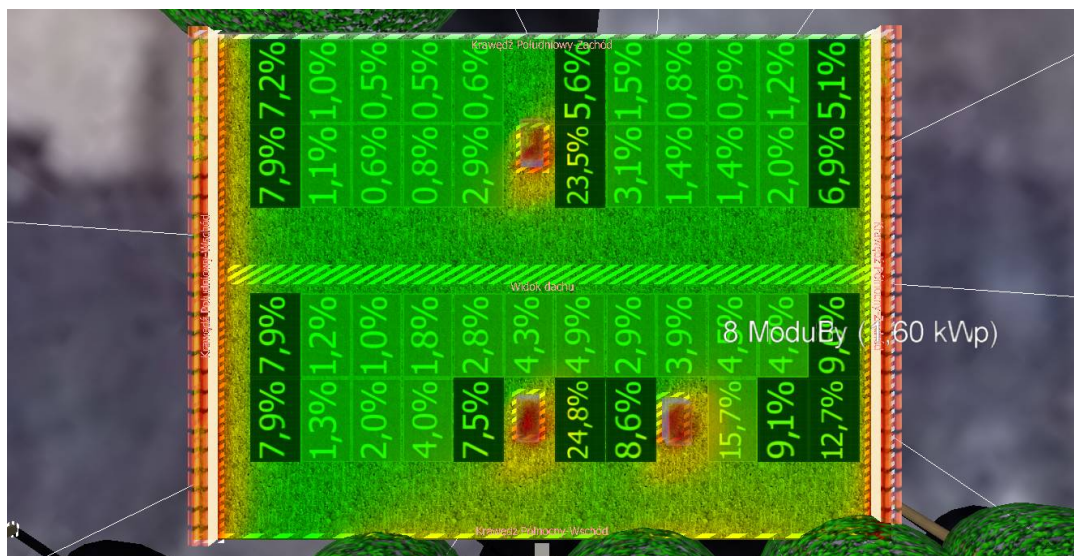
Proponowane mieszkania to: Drzewiarza 24/1 i Drzewiarza 24/2.

#### 3.1 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

Na rysunku 3.1 przedstawiono koncepcję pokrycia dachu modułami PV. Tylko część dachu może być pokryta modułami PV ze względu na kominy i atyki. Ponadto elektrownia słoneczna nie może wykorzystywać część powierzchni dachu ze względu na zacinienie drzewami.

Wybrano sposób ułożenia płaski - bez podpór pozwalających nadać panelom optymalne nachylenie. Optymalny kąt podparcia modułów na szerokości geograficznej 54°N stopni to około 39°. Ułożenie modułu na płask skutkuje około 5% zmniejszeniem uzysku energii elektrycznej w skali roku, gdyż powoduje mniejsze uzyski energii zimą i większe latem. Ułożenie paneli fotowoltaicznych równoległe z płaskim dachem pozwala na maksymalne wykorzystanie powierzchni dachu w celu produkcji energii.

Gdyby rozliczenie produkcji instalacji słonecznej i zużycia energii w budynku nie pozwalało na bilansowanie w skali roku wówczas wskazane jest zamontowanie paneli pod kątem optymalizującym produkcję zimą kosztem zmniejszenia jej latem (kąt powyżej 50°).

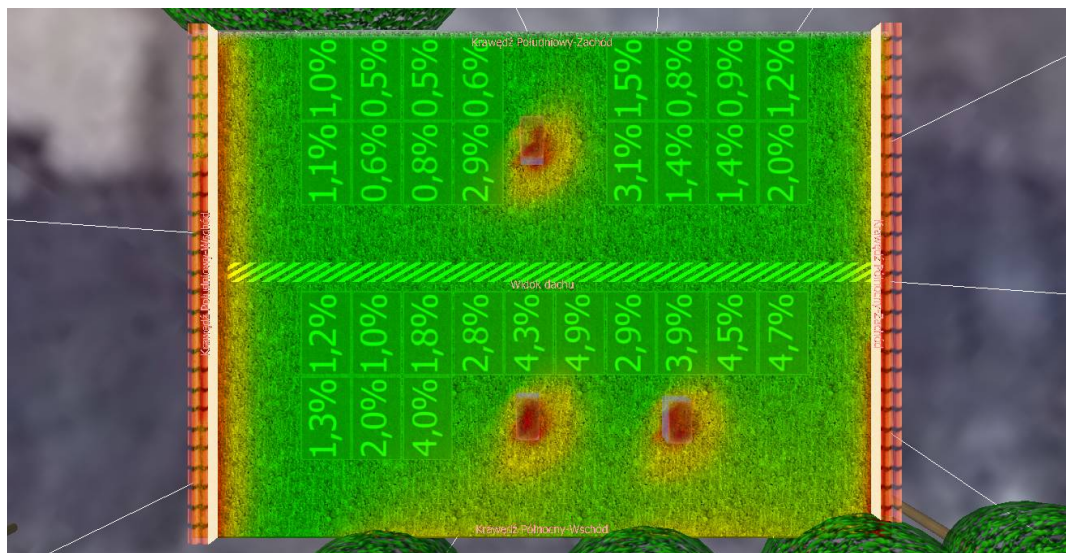


Rysunek 3.1. Warunki nasłonecznienia połaci dachowej

Na dachu budynku z powodu drzew rzucających cień oraz w pobliżu kominów występuje duże zacinienie (rysunek powyżej).

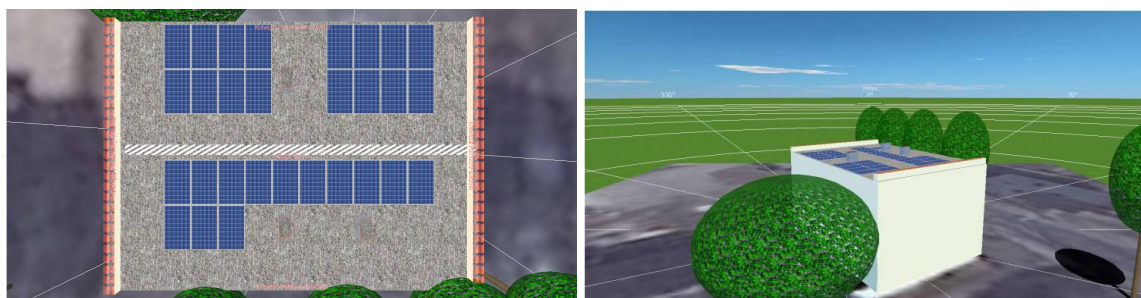


Budowę instalacji słonecznej należy rozważać więc tylko w obszarze o mniejszym zacieleniu. W związku z powyższym zrezygnowano z części modułów zaznaczonych na rysunku 3.1 i do dalszych analiz przyjęto rozplanowanie modułów zgodne z rysunkiem 3.2.



Rysunek 3.2. Selekcja modułów na podstawie kryterium nasłonecznienia

Rysunek 3.3 przedstawia instalację elektrowni słonecznej na dachu trójwymiarowego modelu budynku.



Rysunek 3.3. Widok z góry modelu 3D budynku, obiektów zacieleniających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych

Przy rezygnacji z modułów o największym zacieleniu (powyżej 10% i zblizonym) kierowano się głównie warunkami pracy pozostałych modułów.

Moduły są połączone szeregowo w tzw. łańcuchy. Nawet gdy pojedyncze moduły w łańcuchu lub ogniwa w module mają inne/gorsze warunki nasłonecznienia od pozostałych wpływa to negatywnie na śledzenie optymalnego punktu pracy modułu i w efekcie niższą generację.

**Uwaga:**

*Zacielenie rzędu 10-20% wpływa w istotny sposób na efektywność techniczną i ekonomiczną elektrowni słonecznej.*

Ze względu na:

- niewystępowanie zacienienia w tym samym momencie (cień się przesuwa);
- szeregowe połączenie ogniw w module PV oraz modułów w szeregu (łańcuch modułów podłączony do układu MPPT (Maximal Power Point Tracking) w inwerterze; układ MPPT służy do śledzenia i wyliczania optymalnego iloczynu prądu i napięcia, a więc mocy),

nieoptymalne warunki pracy nawet pojedynczych ogniw rzutują na efektywność całego łańcucha.

Problem częściowo można łagodzić poprzez odpowiednie łączenie modułów o podobnym nasłonecznieniu w łańcuchach i przyłączanie ich do osobnych układów śledzenia optymalnego punktu pracy MPPT. Wymaga to jednak dużej pieczołowitości na etapie projektowania oraz instalowania elektrowni.

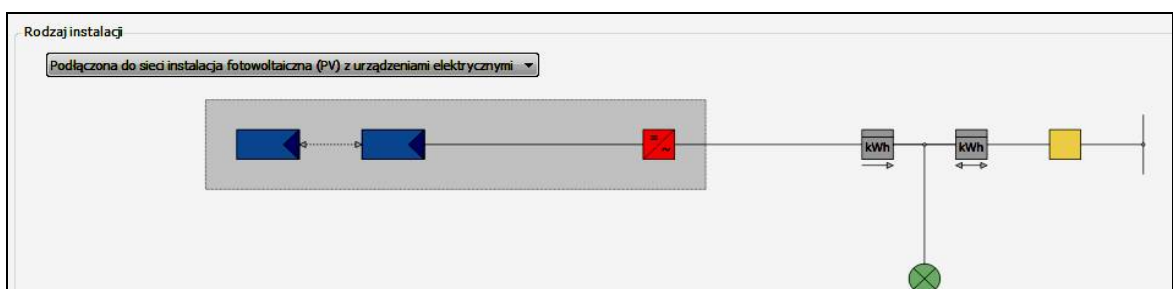
## 3.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

### 3.2.1 Schemat ideowy elektrowni

Przykładowe połączenie modułów w łańcuchy przyłączone do układów MPPT w inwerterach pokazano na rysunku poniżej.



Założono, że elektrownia będzie pracować na sieć elektroenergetyczną, do której oddawane będą nadwyżki mocy wytwarzanej i pobierane jej niedobory. Ideę współpracy elektrowni, instalacji odbiorczej i sieci dystrybucji energii prezentuje rysunek poniżej.



Rysunek 3.4. Schemat współpracy elektrowni słonecznej, instalacji odbiorczej i sieci elektroenergetycznej

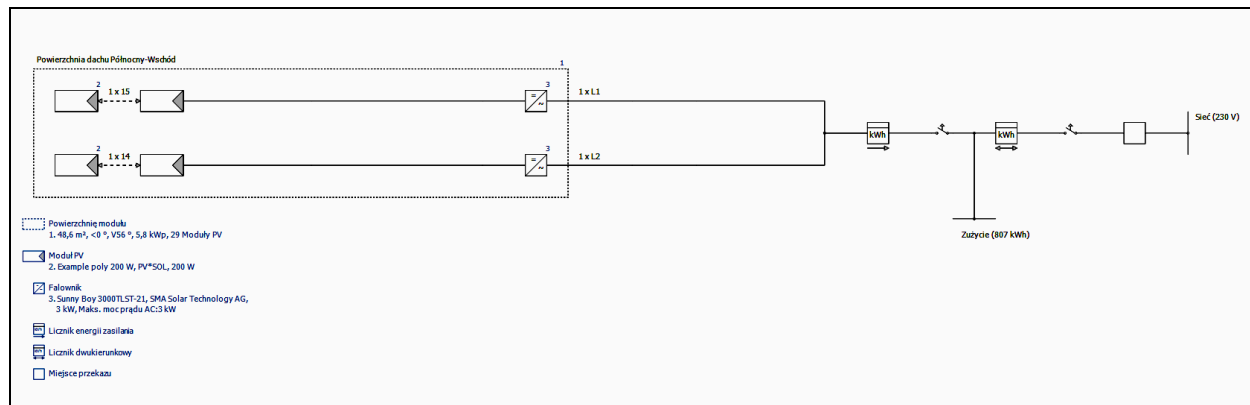


### 3.2.2 Konfiguracja elektrowni

Schemat ideowy elektrowni z łańcuchami modułów i liczbą modułów w każdym łańcuchu prezentuje rysunek poniżej.

W analizowanym wariantcie koncepcji elektrowni dobrano 29 modułów PV i 2 inwertery: o mocy 3 kW każdy.

Inwertery posiadają po 1 układzie MPPT z łańcuchami po 14 i 15 modułów.



1 x Falown. 1  
 Producent  
 Konfiguracja  
 1 x Falown. 2  
 Producent  
 Konfiguracja

Sunny Boy 3000TLST-21  
 SMA Solar Technology AG  
 MPP 1: 1 x 15  
 Sunny Boy 3000TLST-21  
 SMA Solar Technology AG  
 MPP 1: 1 x 14

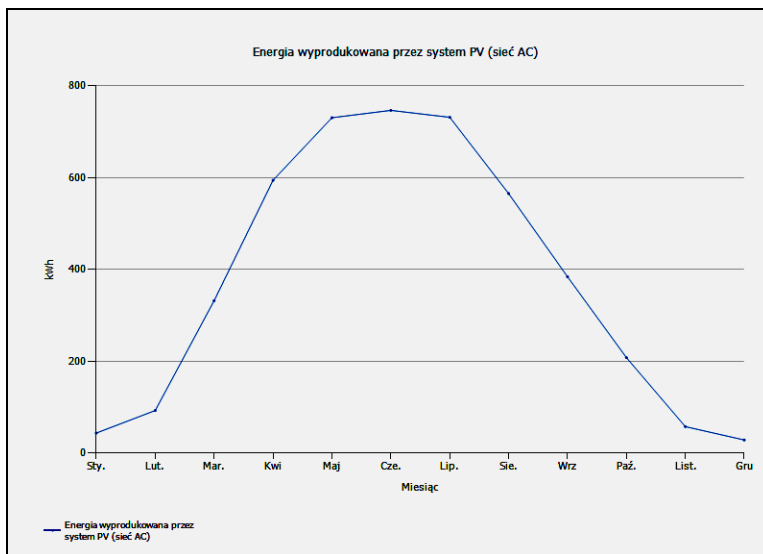
Dobre typy modułów oraz typy inwerterów należy traktować wyłącznie jako przykładowe na potrzeby koncepcji elektrownie słonecznej.

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

### 3.2.3 Zmienność produkcji energii

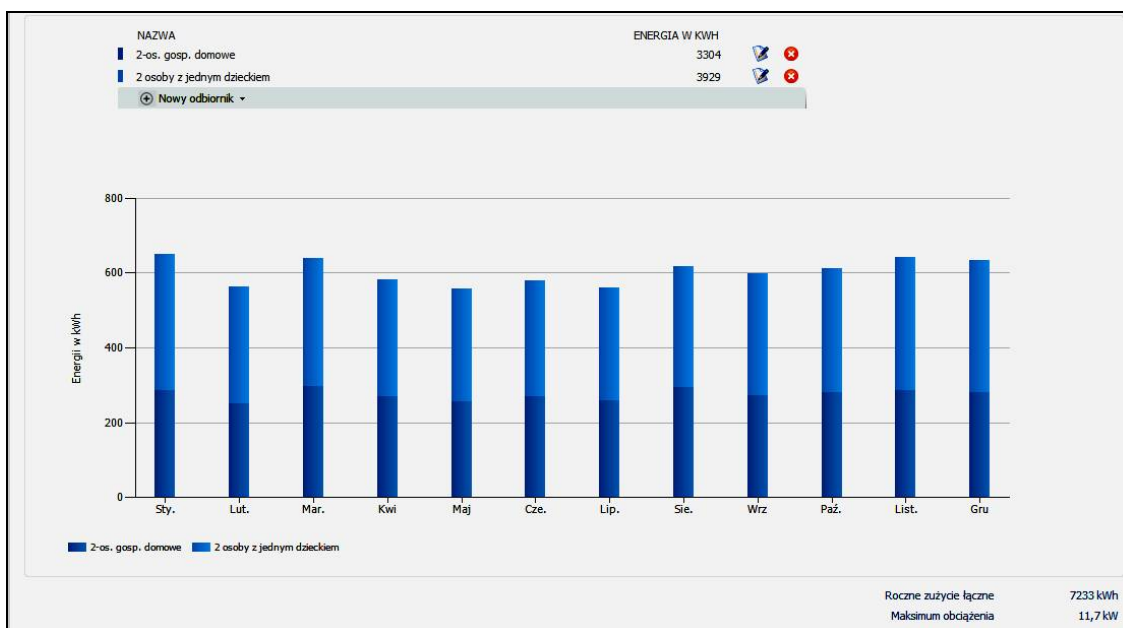
Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością.

Wykres zamieszczony poniżej (rys. 3.5) potwierdza potrzeby współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



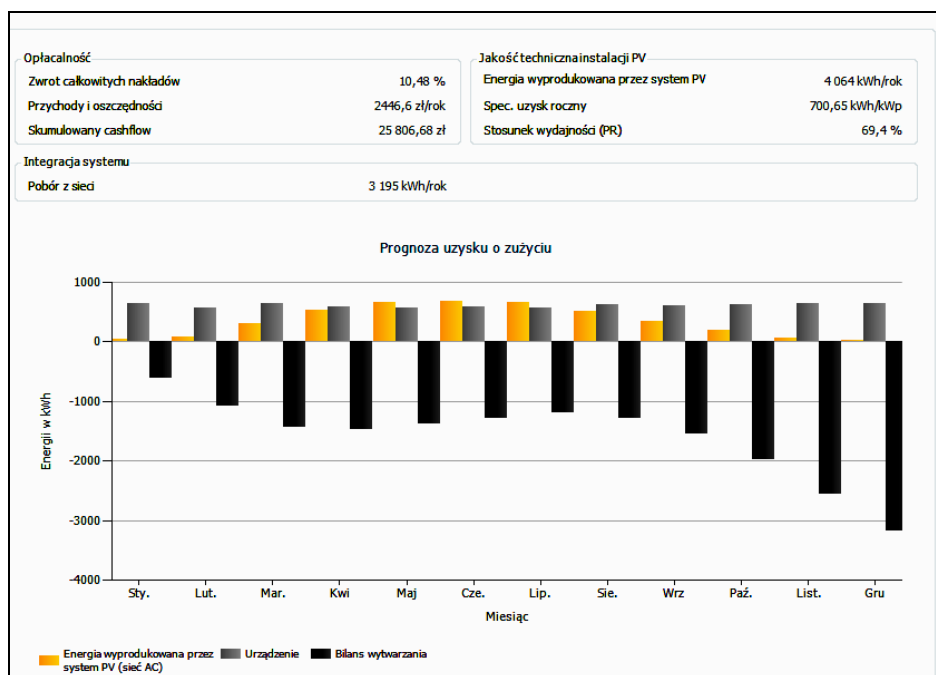
Rysunek 3.5. Energia wyprodukowana przez system PV

Wykres zamieszczony na rys. 3.6 przedstawia wypadkowy profil obciążenia od dwóch gospodarstw domowych. Z obciążeniem tym bilansowana jest praca elektrowni słonecznej.



Rysunek 3.6. Profil obciążenia łączny dla dwóch gospodarstw domowych

Kolejny wykres na rys. 3.7 przedstawia wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku w sytuacji pracy elektrowni na potrzeby dwóch mieszkań, które staną się prosumenckimi. W analizowanym wariancie roczny bilans jest ujemny, co oznacza, że nie wystąpi sprzedaż energii do sieci po niekorzystnych stawkach hurtowych.



Rysunek 3.7. Roczny bilans prosumenta czyli bilans produkcji i zużycia energii elektrycznej

### 3.2.4 Moc elektrowni i produkcja roczna

**Sumaryczna moc elektrowni - 6 kW.**

Energia wyprodukowana przez system PV **4 064 kWh/rok**

Spec. uzysk roczny **700,65 kWh/kWp**

Stosunek wydajności (PR) **69,4 %**

Wskaźnik PR (Performance ratio) to współczynnik wydajności określający stosunek rzeczywiście wyprodukowanej energii elektrycznej do energii, którą mógłby wyprodukować ten sam system pracując z nominalną sprawnością.

Uwaga: Wartość energii wyprodukowanej przez system PV podano po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną.

### 3.3 Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku

Analizę opłacalności budowy instalacji słonecznych na dachu budynku wykonano dla dwóch wariantów finansowania inwestycji.

#### 3.3.1 Założenia

##### 1. Założenia techniczno-ekonomiczne

- Nakłady jednostkowe na elektrownię wynoszą 6600 zł/kWp netto na kilowat mocy zainstalowanej na podstawie założeń do projektu ustawy o OZE dla fotowoltaicznej instalacji dachowej o mocy z przedziału 10–100 kW.
- Podatek VAT 8%.
- Jednostkowa cena energii elektrycznej w zł/kWh obejmująca wszystkie składniki zmienne wynosi 0,606 zł/kWh brutto (VAT 23%) - określona na podstawie taryf za energię Energa Operator i Energa Obrót.
- Okres eksploatacji elektrowni słonecznej : 20 lat.
- Roczne zapotrzebowanie odbiorców na energię elektryczną jest większe od rocznej produkcji elektrowni słonecznej.
- Tylko część energii produkowanej jest natychmiast konsumowana w budynku. Pozostała część energii jest wysyłana do sieci i bierze udział w bilansowaniu rocznym opartym o system elektroenergetyczny. Przedsiębiorstwo obrotu energią elektryczną tę część energii rozlicza w stosunku 1 : 0,8. Oznacza to, że przy wymianie z systemem 50% produkowanej energii 10% (50% x 20%) energii produkowanej w projektowanej elektrowni nie będzie konsumowane przez odbiorcę a będzie zaliczane na poczet strat technicznych w sieci dystrybucyjnej i innych kosztów operatora sieci i kosztów obrotu energią.

##### 2. Założenia dotyczące finansowania inwestycji

###### 1) Wariant A

Dotacja wynosi 70% wartości inwestycji.  
30% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

###### 2) Wariant B

Dotacja wynosi 45% wartości inwestycji.  
55% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

#### 3.3.2 Wyniki obliczeń

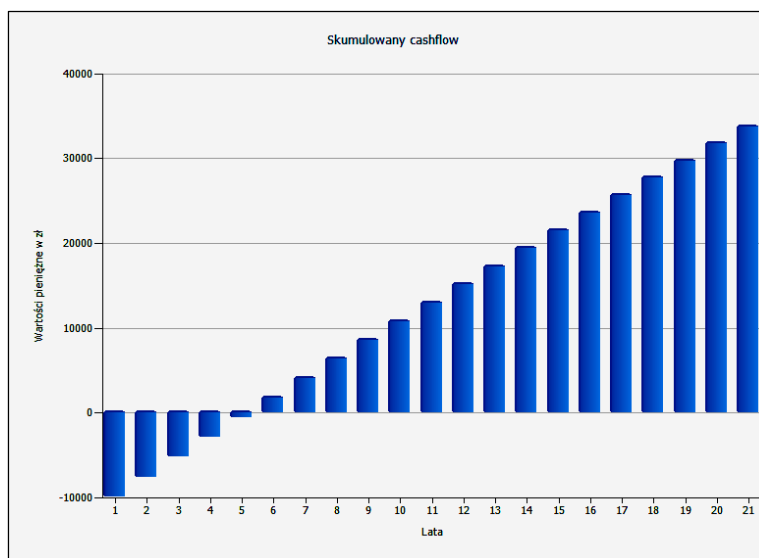
Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

Nakłady inwestycyjne przedstawione w tabelach stanowią odpowiednio 30% i 55% przewidywanych nakładów całkowitych na realizację inwestycji (po uwzględnieniu subwencji).

### 1) Wyniki obliczeń dla wariantu A (dotacja 70%)

Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy już w 6 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-41 342,40 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	28 939,68 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 422,39 zł	2 398,40 zł	2 374,66 zł	2 351,14 zł	2 327,87 zł
Roczny cashflow	-9 980,33 zł	2 398,40 zł	2 374,66 zł	2 351,14 zł	2 327,87 zł
Skumulowany cashflow	-9 980,33 zł	-7 581,93 zł	-5 207,28 zł	-2 856,13 zł	-528,27 zł
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 304,82 zł	2 282,00 zł	2 259,40 zł	2 237,03 zł	2 214,88 zł
Roczny cashflow	2 304,82 zł	2 282,00 zł	2 259,40 zł	2 237,03 zł	2 214,88 zł
Skumulowany cashflow	1 776,55 zł	4 058,55 zł	6 317,95 zł	8 554,98 zł	10 769,87 zł
	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 192,95 zł	2 171,24 zł	2 149,74 zł	2 128,46 zł	2 107,39 zł
Roczny cashflow	2 192,95 zł	2 171,24 zł	2 149,74 zł	2 128,46 zł	2 107,39 zł
Skumulowany cashflow	12 962,82 zł	15 134,06 zł	17 283,81 zł	19 412,27 zł	21 519,65 zł
	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 086,52 zł	2 065,86 zł	2 045,41 zł	2 025,16 zł	2 005,11 zł
Roczny cashflow	2 086,52 zł	2 065,86 zł	2 045,41 zł	2 025,16 zł	2 005,11 zł
Skumulowany cashflow	23 606,18 zł	25 672,04 zł	27 717,45 zł	29 742,60 zł	31 747,71 zł



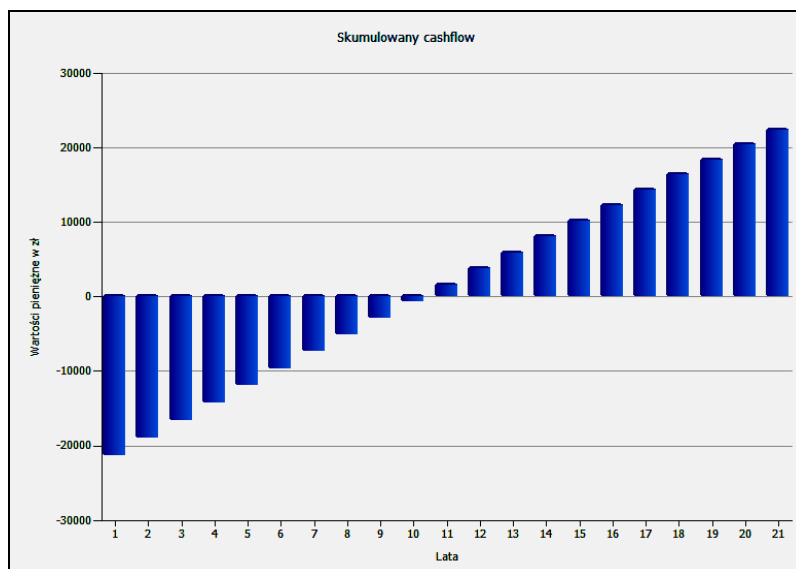
Rysunek 3.8. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant A

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku około 70% dotacji. Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 6 roku eksploatacji.**

## 2) Wyniki obliczeń dla wariantu B (dotacja 45%)

Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 11 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-41 342,40 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	17 560,08 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 422,39 zł	2 398,40 zł	2 374,66 zł	2 351,14 zł	2 327,87 zł
Roczny cashflow	-21 359,93 zł	2 398,40 zł	2 374,66 zł	2 351,14 zł	2 327,87 zł
Skumulowany cashflow	-21 359,93 zł	-18 961,53 zł	-16 586,88 zł	-14 235,73 zł	-11 907,87 zł
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 304,82 zł	2 282,00 zł	2 259,40 zł	2 237,03 zł	2 214,88 zł
Roczny cashflow	2 304,82 zł	2 282,00 zł	2 259,40 zł	2 237,03 zł	2 214,88 zł
Skumulowany cashflow	-9 603,05 zł	-7 321,05 zł	-5 061,65 zł	-2 824,62 zł	-609,73 zł
	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 192,95 zł	2 171,24 zł	2 149,74 zł	2 128,46 zł	2 107,39 zł
Roczny cashflow	2 192,95 zł	2 171,24 zł	2 149,74 zł	2 128,46 zł	2 107,39 zł
Skumulowany cashflow	1 583,22 zł	3 754,46 zł	5 904,21 zł	8 032,67 zł	10 140,05 zł
	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	2 086,52 zł	2 065,86 zł	2 045,41 zł	2 025,16 zł	2 005,11 zł
Roczny cashflow	2 086,52 zł	2 065,86 zł	2 045,41 zł	2 025,16 zł	2 005,11 zł
Skumulowany cashflow	12 226,58 zł	14 292,44 zł	16 337,85 zł	18 363,00 zł	20 368,11 zł



Rysunek 3.9. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant B

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku 45% dotacji.  
Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 11 roku eksploatacji.**

### **3.3.3 Wnioski**

Mimo wykazanej opłacalności inwestycji wariant I z doposażeniem 2 mieszkań w elektrownie słoneczne nie jest polecany ze względu na trudności w zarządzaniu takimi mieszkaniami.

Obecnie lokatorzy mieszkań mają własne umowy z przedsiębiorstwem dystrybucji energii i samodzielnie się rozliczają ze zużycia energii. Nie będąc właścicielami elektrowni słonecznej tylko lokatorami mieszkań nie będą mogli zawrzeć umów prosumenckich.

W tej sytuacji właściciel, czyli Gmina musiałaby zawrzeć umowy prosumenckie i przejąć rozliczanie zużycia energii z lokatorami przejmując rolę przedsiębiorstwa energetycznego z wieloma tego konsekwencjami. Handel energią dyskwalifikuje jednak Gminę jako prosumenta.

Z powyższych powodów przeanalizowany wariant budowy elektrowni słonecznej nie jest rekomendowany do realizacji.

## 4 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę małej elektrowni słonecznej o mocy 0,8 kW pracującej na potrzeby administracyjne budynku (oświetlenie klatki i piwnice) oraz potrzeby związane z zapotrzebowaniem na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w kotłowni zlokalizowanej w budynku.

### 4.1 Oszacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby wspólne budynku

Potrzeby wspólne w budynku przy ul. Drzewiarza 24 obejmują:

- a) zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia pomieszczeń wspólnych (klatka schodowa i piwnice);
- b) zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania budynku (kotłownia).

Zgodnie z wynikami obliczeń zamieszczonymi w części I niniejszego audytu zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia pomieszczeń wspólnych w stanie obecnym kształtuje się na poziomie 277 kWh/rok.

Po modernizacji i wymianie oświetlenia na energooszczędne zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia pomieszczeń wspólnych obniży się do 46 kWh/rok.

Poniżej przedstawiono ocenę zapotrzebowania na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w kotłowni zlokalizowanej w budynku.

Ocenę przeprowadzono zgodnie z metodyką zamieszczoną w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (dalej: Rozporządzenie MliR) .

Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (mieszkania+klatka) w budynku przy ul. Drzewiarza 24 wynosi:  $A_f = 220,08 \text{ m}^2$

Zgodnie z rozporządzeniem MliR jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania  $q_{el}$  oraz ich czas pracy  $t_e$  wynoszą:

- 1) pompy obiegowe w systemie ogrzewania w budynku o powierzchni  $A_f$  do 250  $\text{m}^2$ :  
 $q_{el} = 0,30 \text{ W/m}^2$        $t_e = 5700 \text{ h/rok}$
- 2) napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania:  
 $q_{el} = 0,50 \text{ W/m}^2$        $t_e = 2520 \text{ h/rok}$

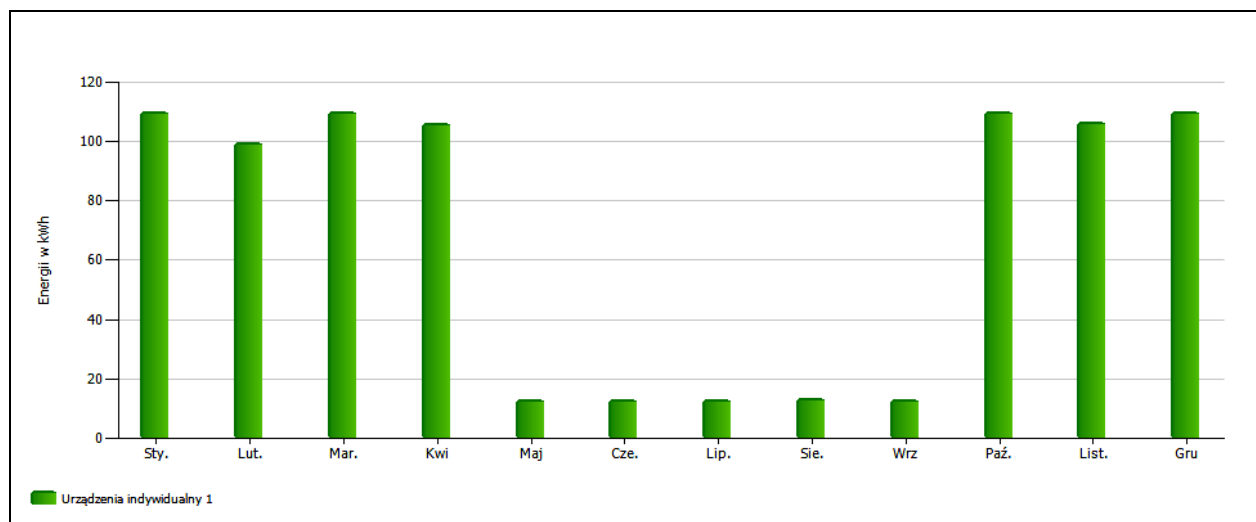
Zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych wyniesie więc:  
 $E_{pom} = 0,30 \times 220,08 \times 5700 / 1000 + 0,50 \times 220,08 \times 2520 / 1000 = 376 + 277 = 653 \text{ kWh/rok.}$

Ostatecznie do opracowania koncepcji elektrowni słonecznej przyjęto zapotrzebowanie roczne na energię elektryczną dla pomieszczeń wspólnych w wysokości:

$$653 + 46 = 699 \text{ kWh/a} \approx 700 \text{ kWh/rok.}$$



Na rysunku 4.1 przedstawiono łączny profil obciążenia potrzeb oświetlenia klatki schodowej i piwnic oraz potrzeb urządzeń elektrycznych kotłowni. Profil charakteryzuje się znacznie większym zapotrzebowaniem na energię elektryczną w okresie sezonu grzewczego, co jest związane z pracą urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania w budynku. Z kolei produkcja energii elektrycznej przez elektrownię słoneczną będzie znacznie większa w sezonie letnim niż w okresie zimowym.



Rysunek 4.1. Profil obciążenia potrzeb administracyjnych budynku (oświetlenie pom. wspólnych oraz energia elektryczna urządzeń pomocniczych kotłowni)

W rozpatrywanym wariantcie koncepcji elektrowni PV profile obciążenia nie są zgodne z profilem generacji – profile generacji i zużycia energii są nieodpasowane.

Szacuje się, że tylko 20% wyprodukowanej energii może zostać natychmiast skonsumowana w budynku. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego. Tylko dzięki bilansowaniu w oparciu o system elektroenergetyczny można osiągnąć zadowalającą efektywność techniczną i ekonomiczną inwestycji.

Energia bilansowana obłożona jest 20% redukcją mającą pokryć straty techniczne i koszty dystrybucji energii. Oznacza to, że przedsiębiorstwo skupujące energię dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,8.<sup>2</sup>

## 4.2 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

Na potrzeby analizy nasłonecznienia zbudowano trójwymiarowy model komputerowy budynku.

Ze względu na przewidywaną niewielką moc elektrowni zdecydowano się na ułożenie z optymalnym pochyleniem na stelażach.

Na rysunku poniżej przedstawiono koncepcję pokrycia dachu modułami PV. .

<sup>2</sup> USTAWA z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. poz. 925, Warszawa, dnia 28 czerwca 2016 r.



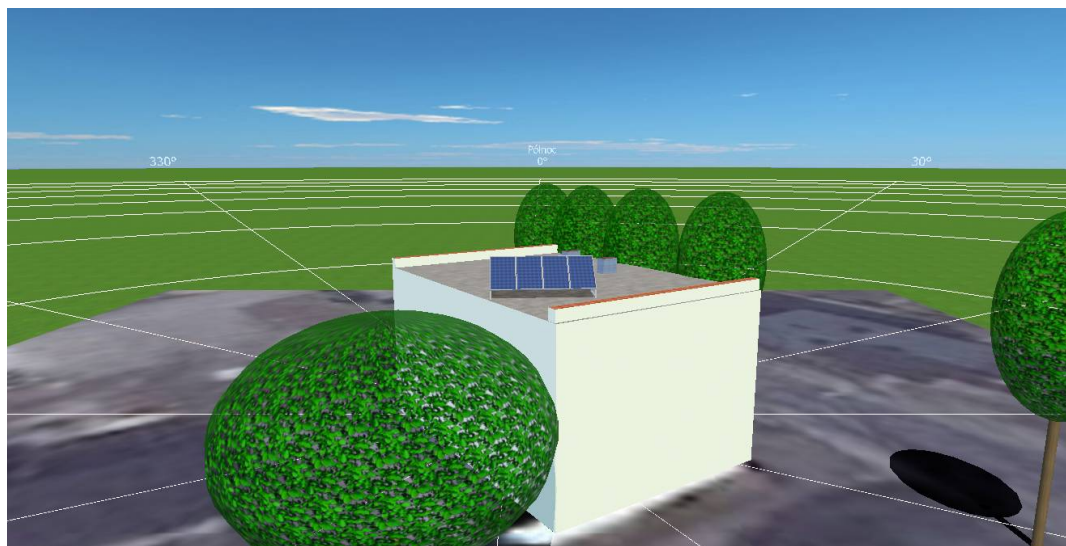
Rysunek 4.2. Warunki nasłonecznienia połaci dachowej

Drzewa i inne rzędy modułów PV zaciniają powierzchnie robocze ogniw.  
Do dalszych rozważań przyjęto rozplanowanie modułów pokazane na rysunku 4.3.



Rysunek 4.3. Selekcja modułów na podstawie kryterium nasłonecznienia

Rysunek 4.4 przedstawia instalację elektrowni słonecznej na dachu trójwymiarowego modelu budynku.



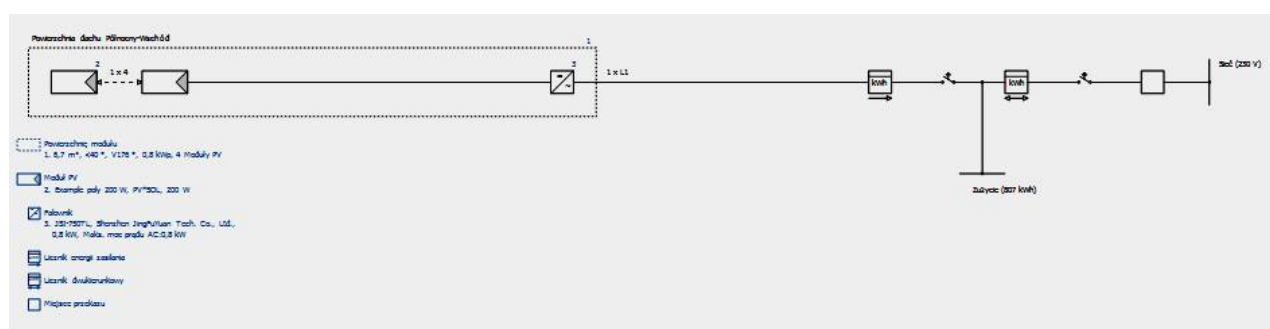
Rysunek 4.4. Widok z góry modelu 3D budynku, obiektów zacinających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych

### 4.3 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

#### 4.3.1 Konfiguracja elektrowni

Schemat ideowy elektrowni prezentuje rysunek poniżej.

W koncepcji elektrowni dobrano 4 moduły PV i jeden inwerter: o mocy 0,86 kW. Inwerter posiada 1 układ MPPT.



1 x Falown. 1  
Producent  
Konfiguracja

JSI-750TL  
Shenzhen JingFuYuan Tech. Co., Ltd.  
MPP 1: 1 x 4

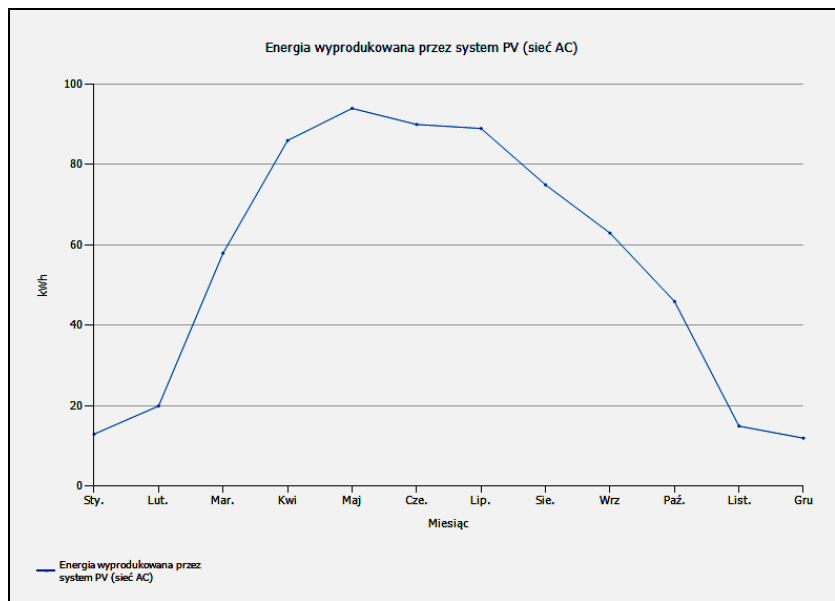
Dobre typy modułów oraz typy inwerterów należy traktować wyłącznie jako przykładowe na potrzeby koncepcji elektrowni słonecznej.

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

#### 4.3.2 Zmienność produkcji energii

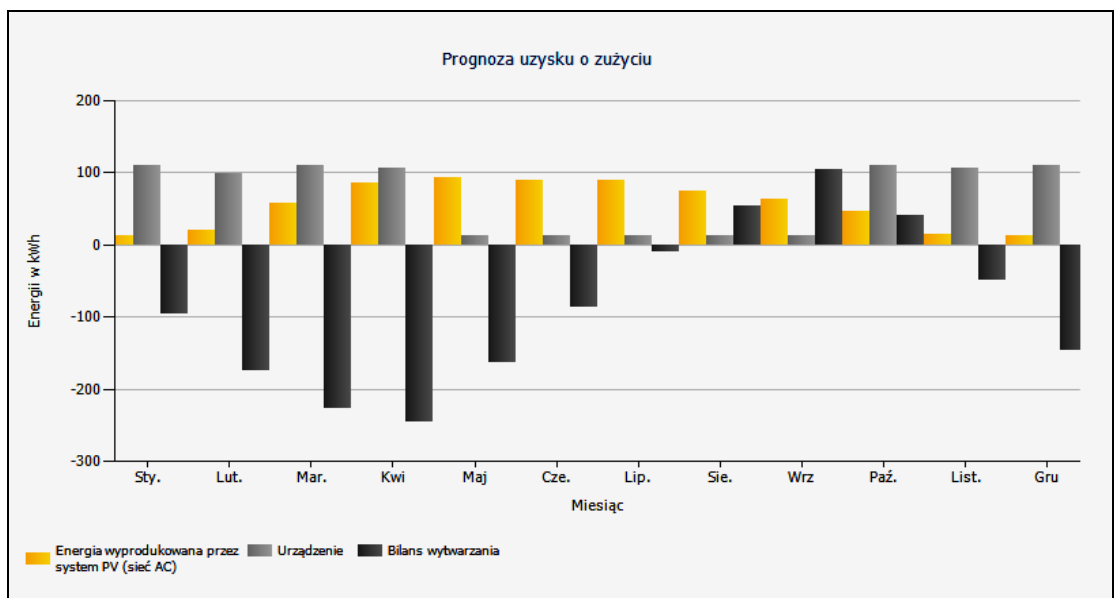
Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością.

Wykres zamieszczony poniżej (rys. 4.5) potwierdza potrzeby współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



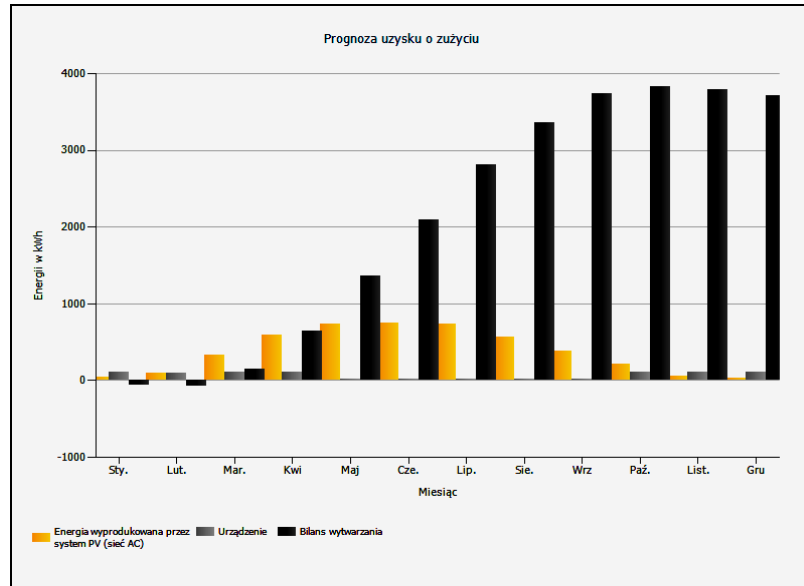
Rysunek 4.5. Energia wyprodukowana przez system PV - wariant II

Wykres zamieszczony na rys. 4.6 przedstawia wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku w sytuacji pracy elektrowni na rzecz potrzeb administracyjnych budynku. Niezbilansowana na koniec roku energia ma wartość ujemną, co oznacza, że nie wystąpi sprzedaż energii do sieci po niekorzystnych stawkach.



Rysunek 4.6. Roczny bilans prosumenta - bilans produkcji i zużycia energii elektrycznej

Dla porównania na wykresie zamieszczonym na rys. 4.7 pokazano jak wyglądałby wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku w sytuacji pracy elektrowni z wariantu I (analizowanej w pkt. 3) wyłącznie na rzecz potrzeb administracyjnych budynku (bez zasilania instalacji mieszkań). Niezbilansowana energia, o dużym udziale w całym wolumenie produkcji, rozliczana byłaby po cenie hurtowej energii elektrycznej.



Rysunek 4.7.

Hipotetyczny bilans energii elektrycznej przy elektrowni o mocy 6 kW (jak w wariantcie I) i niewielkich potrzebach własnych jak w wariantcie II

### 4.3.3 Moc elektrowni i produkcja roczna

Sumaryczna moc elektrowni - 0,8 kW.

Moc generatora PV	0,8 kWp
Powierzchnia generatora PV	6,7 m <sup>2</sup>
Globalne nasłonecznienie na moduł	1167,4 kWh/m <sup>2</sup>
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	662,1 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	827,6 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	70,9 %

*Uwaga: Wartość energii wyprodukowanej przez system PV podano po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną.*



## 4.4 Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku

Analizę opłacalności instalacji słonecznych na dachu budynku wykonano dla dwóch wariantów finansowania inwestycji.

### 4.4.1 Założenia

#### 1. Założenia techniczno-ekonomiczne

- Nakłady jednostkowe na elektrownię wynoszą 6600 zł/kWp netto na kilowat mocy zainstalowanej na podstawie założeń do projektu ustawy o OZE dla fotowoltaicznej instalacji dachowej o mocy z przedziału 10–100 kW.
- Podatek VAT 8%.
- Jednostkowa cena energii elektrycznej w zł/kWh obejmująca wszystkie składniki zmienne wynosi 0,606 zł/kWh brutto (VAT 23%) - określona na podstawie tarifu za energię Energa Operator i Energa Obrót.
- Okres eksploatacji elektrowni słonecznej : 20 lat.
- Roczne zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną jest większe od rocznej produkcji elektrowni słonecznej.
- Mniej niż połowa energii produkowanej jest natychmiast konsumowana w budynku. Reszta jest wysyłana do sieci i bierze udział w bilansowaniu rocznym opartym o system elektroenergetyczny.  
Przedsiębiorstwo obrotu energią elektryczną tę część energii rozlicza w stosunku 1 : 0,8. Oznacza to, że przy wymianie z systemem 80% produkowanej energii 16% (80% x 20%) energii produkowanej w projektowanej elektrowni nie będzie konsumowane przez odbiorcę a będzie zaliczane na poczet strat technicznych w sieci dystrybucyjnej i innych kosztów operatora sieci i kosztów obrotu energią.

#### 2. Założenia dotyczące finansowania inwestycji

##### 1) Wariant A

Dotacja wynosi 70% wartości inwestycji.  
30% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

##### 2) Wariant B

Dotacja wynosi 45% wartości inwestycji.  
55% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

### 4.4.2 Wyniki obliczeń

Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

Nakłady inwestycyjne przedstawione w tabelach stanowią odpowiednio 30% i 55% przewidywanych nakładów całkowitych na realizację inwestycji (po uwzględnieniu subwencji).

## 1) Wyniki obliczeń dla wariantu A (dotacja 70%)

Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy już w 5 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-5 702,40 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	3 991,68 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	393,78 zł	389,88 zł	386,02 zł	382,20 zł	378,41 zł
Roczny cashflow	-1 316,94 zł	389,88 zł	386,02 zł	382,20 zł	378,41 zł
Skumulowany cashflow	-1 316,94 zł	-927,06 zł	-541,04 zł	-158,84 zł	219,58 zł

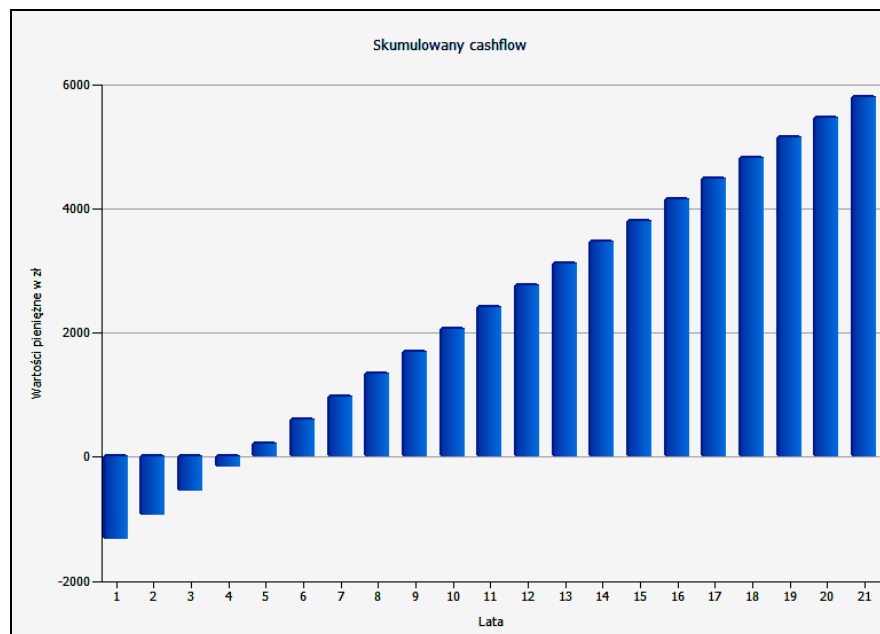
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	374,67 zł	370,96 zł	367,29 zł	363,65 zł	360,05 zł
Roczny cashflow	374,67 zł	370,96 zł	367,29 zł	363,65 zł	360,05 zł
Skumulowany cashflow	594,24 zł	965,20 zł	1 332,49 zł	1 696,14 zł	2 056,19 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	356,48 zł	352,95 zł	349,46 zł	346,00 zł	342,57 zł
Roczny cashflow	356,48 zł	352,95 zł	349,46 zł	346,00 zł	342,57 zł
Skumulowany cashflow	2 412,67 zł	2 765,62 zł	3 115,08 zł	3 461,08 zł	3 803,66 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	339,18 zł	335,82 zł	332,50 zł	329,21 zł	325,95 zł
Roczny cashflow	339,18 zł	335,82 zł	332,50 zł	329,21 zł	325,95 zł
Skumulowany cashflow	4 142,84 zł	4 478,66 zł	4 811,16 zł	5 140,37 zł	5 466,32 zł



Rysunek 4.8. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant A

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku około 70% dotacji. Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 5 roku eksploatacji.**



## 2) Wyniki obliczeń dla wariantu B (dotacja 45%)

Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 9 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-5 702,40 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	2 566,08 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	394,94 zł	391,03 zł	387,16 zł	383,33 zł	379,53 zł
Roczny cashflow	-2 741,38 zł	391,03 zł	387,16 zł	383,33 zł	379,53 zł
Skumulowany cashflow	-2 741,38 zł	-2 350,35 zł	-1 963,19 zł	-1 579,86 zł	-1 200,33 zł

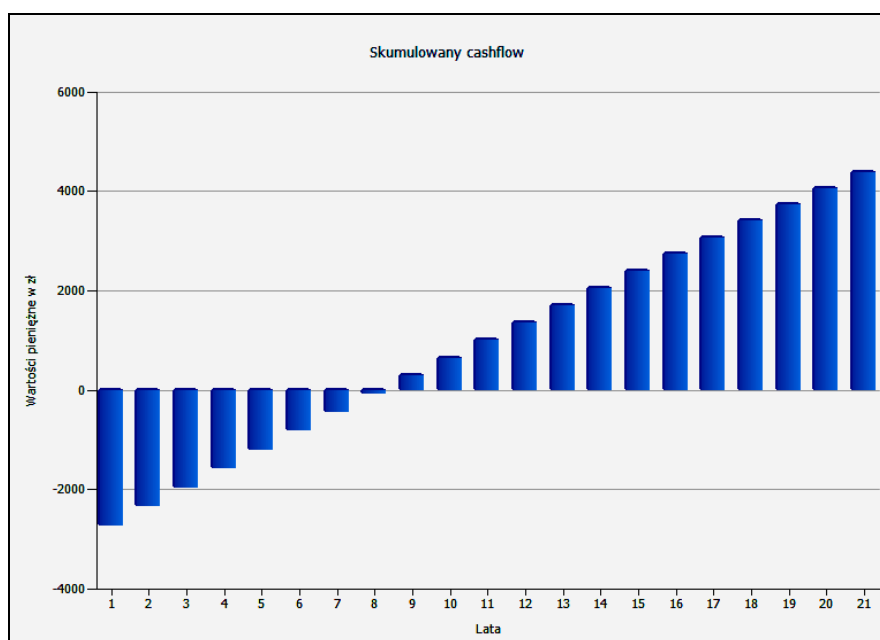
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	375,77 zł	372,05 zł	368,37 zł	364,72 zł	361,11 zł
Roczny cashflow	375,77 zł	372,05 zł	368,37 zł	364,72 zł	361,11 zł
Skumulowany cashflow	-824,56 zł	-452,51 zł	-84,14 zł	280,58 zł	641,69 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	357,53 zł	353,99 zł	350,49 zł	347,02 zł	343,58 zł
Roczny cashflow	357,53 zł	353,99 zł	350,49 zł	347,02 zł	343,58 zł
Skumulowany cashflow	999,23 zł	1 353,22 zł	1 703,71 zł	2 050,73 zł	2 394,31 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	340,18 zł	336,81 zł	333,48 zł	330,18 zł	326,91 zł
Roczny cashflow	340,18 zł	336,81 zł	333,48 zł	330,18 zł	326,91 zł
Skumulowany cashflow	2 734,50 zł	3 071,31 zł	3 404,79 zł	3 734,97 zł	4 061,88 zł



Rysunek 4.9. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant B

***Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku 45% dotacji.  
Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 9 roku eksploatacji.***

#### 4.4.3 Wnioski

Przeanalizowany wariant II budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynku charakteryzuje się opłacalnością i jest rekomendowany do realizacji.

Wariant ten nie nastręcza trudności prawnych i nie wymusza opracowania nowego sposobu rozliczania się z lokatorami/prosumentami tak jak w wariantcie I.

Elektrownia jest niewielkiej mocy ale pracuje z wysokim wskaźnikiem PR.

### 5 Podsumowanie

Przeprowadzona analiza dwóch różnych wariantów budowy elektrowni słonecznej na dachu budynku mieszkalnego przy ul. Drzewiarza 24 w Gościcinie wykazała, że optymalnym rozwiązaniem będzie budowa elektrowni pracującej na pokrycie potrzeb wspólnych budynku opisanej w wariantcie II, który rekomenduje się do realizacji.

Moc elektrowni - 0,8 kW.

Roczna produkcja energii - 662,1 kWh/rok \*

(po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną).

Szacunkowe nakłady inwestycyjne - 5 702,40 zł.

Okres zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni:

- a) przy dofinansowaniu w wysokości 70% - 5 lat;
- b) przy dofinansowaniu w wysokości 45% - 9 lat.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 95% potrzeb wspólnych budynku, co będzie stanowiło około 4% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w budynku

- \*) - *Elektrownia słoneczna na dachu budynku mieszkalnego przy ul. Drzewiarza w Gościcinie produkuje rocznie około 768 kWh. Z tego natychmiast jest konsumowane około 153,6 kWh (tzw. konsumpcja własna energii), a 614,4 kWh oddawane jest w ciągu roku do sieci w okresach gdy generacja przeważa nad zużyciem. Korzystając z możliwości bilansowania generacji i zużycia w okresach półrocznych w oparciu o system elektroenergetyczny większość energii odbierana jest z powrotem w okresach, w których z kolei zapotrzebowanie przekracza generację. Zgodnie z ustawą o OZE 20% bilansowanej energii (105,9 kWh) przepada na rzecz kosztów dystrybucji energii, a reszta w ilości 508,5 kWh, czyli 80% oddanej do sieci energii może być pobrana z powrotem i jest zwolniona od opłat (za wyjątkiem akcyzy) generując oszczędności w postaci unikniętych kosztów energii elektrycznej.*

**CZĘŚĆ III**

**OBLICZENIA ZBIORCZE DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA OBEJMUJĄCEGO  
WYMIANĘ OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE  
ORAZ  
MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH  
DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

**1. ZBIOCZE ZESTAWIENIE NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OBEJMUJĄCEGO WYMIANĘ OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE ORAZ MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Lp.	Nazwa	Nakłady inwestycyjne brutto [zł]
	Wymiana źródeł światła na LED z instalacją nowych opraw w miejsce opraw zniszczonych	1 838,00
2	Montaż paneli fotowoltaicznych	5 702,40
3	Koszty dodatkowe	
	a) audyt i dokumentacja projektowa	3 000,00
	b) nadzór inwestorski	800,00
	c) koszty dodatkowe razem	3 800,00
	<b>RAZEM</b>	<b>11 340,40</b>

**2. OKREŚLENIE EFEKTÓW EKONOMICZNYCH DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OBEJMUJĄCEGO WYMIANĘ OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE ORAZ MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Zmniejszenie zużycia energii	723	zł/rok
2	Uniknięte koszty zakupu energii z tytułu produkcji energii w elektrowni słonecznej	360	zł/rok
3	Oszczędności ekonomiczne razem	1 083	zł/rok
4	Nakłady inwestycyjne	11 340	zł
5	Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	10,47	lat

**3. ZBIORCZE ZESTAWIENIE EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH I EKOLOGICZNYCH DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OBEJMUJĄCEGO WYMIANĘ OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE ORAZ MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

**3.1 Określenie zmniejszenia zapotrzebowania na energię końcową**

Określa się dla przedsięwzięcia obejmującego modernizację oświetlenia:

<b>1</b>	<b>Zapotrzebowanie na energię końcową przed modernizacją</b>	<b>2 189,36</b>	<b>kWh/rok</b>
<b>2</b>	<b>Zapotrzebowanie na energię końcową po modernizacji</b>	<b>1 003,60</b>	<b>kWh/rok</b>
<b>3</b>	<b>Oszczędności energii końcowej</b>	<b>1 185,76</b>	<b>kWh/rok</b>
		<b>0,10</b>	<b>toe/rok</b>
		<b>54,16</b>	<b>%</b>

### 3.2 Określenie zmniejszenia zapotrzebowania na energię pierwotną oraz emisji CO<sub>2</sub> w wyniku modernizacji

Określa się w odniesieniu do zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia oraz na potrzeby urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania:

Lp.	Nazwa	Źródło lub nośnik energii	Jednostka	Wartość
<b>I Stan przed modernizacją</b>				
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową w budynku (energia finalna) <i>(oświetlenie + urządzenia pomocnicze w systemie ogrzewania)</i>	sieć elektroenergetyczna systemowa	kWh/rok	2 842,36
2	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej <sup>1)</sup>	sieć elektroenergetyczna systemowa	---	3,00
3	Zapotrzebowanie na energię pierwotną		kWh/rok	8 527,08
4	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> (WE) <sup>2)</sup>	energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	Mg CO <sub>2</sub> / MWh	0,812
5	Wielkość emisji CO <sub>2</sub>	wyliczana z energii końcowej	t CO <sub>2</sub> /rok	2,31
<b>II Stan po modernizacji</b>				
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową w budynku (energia finalna) <i>(oświetlenie + urządzenia pomocnicze w systemie ogrzewania)</i>	sieć elektroenergetyczna systemowa	kWh/rok	1 656,60
2	Pokrycie zapotrzebowania na energię końcową			
	a) OZE (energia słoneczna)		kWh/rok	662,10
	b) sieć elektroenergetyczna systemowa		kWh/rok	994,50
3	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej <sup>1)</sup>	energia słoneczna	---	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	---	3,00
4	Zapotrzebowanie na energię pierwotną	energia słoneczna	kWh/rok	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	kWh/rok	2 983,50
		razem	kWh/rok	2 983,50
5	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> (WE) <sup>2)</sup>	energia słoneczna	Mg CO <sub>2</sub> / MWh	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	Mg CO <sub>2</sub> / MWh	0,812
6	Wielkość emisji CO <sub>2</sub> (wyliczana z energii końcowej)	energia słoneczna	t CO <sub>2</sub> /rok	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	t CO <sub>2</sub> /rok	0,81
III	<b>Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w wyniku modernizacji</b>		<b>kWh/rok</b>	<b>5 543,58</b>
			<b>toe/rok</b>	<b>0,48</b>
			<b>%</b>	<b>65,01</b>
IV	<b>Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> w wyniku modernizacji</b>		<b>t CO<sub>2</sub> /rok</b>	<b>1,50</b>
			<b>%</b>	<b>64,94</b>

- 1) Zgodnie z Rozporządzeniem MliR z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
- 2) Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce - KOBIZE, czerwiec 2011 r.