

ZAŁĄCZNIK PROJEKT TECHNICZNY

KOMPUTEROWA SYMULACJA PRACY INSTALACJI

SYGNATURA INWESTORA

1/WE/SO/BLZ/2023 - PV-MWiO-1

OBIEKT

Rozbudowa elektrowni fotowoltaicznej o moc ok. 55 kW, do mocy ok. 151 kW, wraz z infrastrukturą towarzyszącą

LOKALIZACJA

**Dz. nr: 2/10 i 2/13
obręb nr 0117 M. Grudziądz
046201_1 Grudziądz**

INWESTOR

**Miejskie Wodociągi i Oczyszczalnia sp. z o.o.
ul. Mickiewicza 28/30
86-300 Grudziądz**

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Kategoria VIII- inne budowle

01.09.2023 r.



SPIS ZAWARTOŚCI

1.	Wstęp	3
1.1.	Przedmiot opracowania	3
1.2.	Model symulacyjny.....	3
1.3.	Zakres opracowania.....	3
2.	Instalacja PV_1 – „Budynek SUW”, dz. nr 2/13 [0117]	
2.1.	Wizualizacja 3D oraz opis wstępny.....	4
2.2.	Procentowe zacienienie powierzchni modułów PV	5
2.3.	Wyniki symulacji pracy dla poszczególnych powierzchni.....	7
2.4.	Wyniki symulacji dla danej części oraz bilans energetyczny	8
3.	Instalacja PV_2 – „Budynek SK”, dz. nr 2/10 [0117]	
3.1.	Wizualizacja 3D oraz opis wstępny.....	9
3.2.	Procentowe zacienienie powierzchni modułów PV	10
3.3.	Wyniki symulacji pracy dla poszczególnych powierzchni.....	11
3.4.	Wyniki symulacji dla danej części oraz bilans energetyczny	12

1. Wstęp

1.1. Przedmiot opracowania

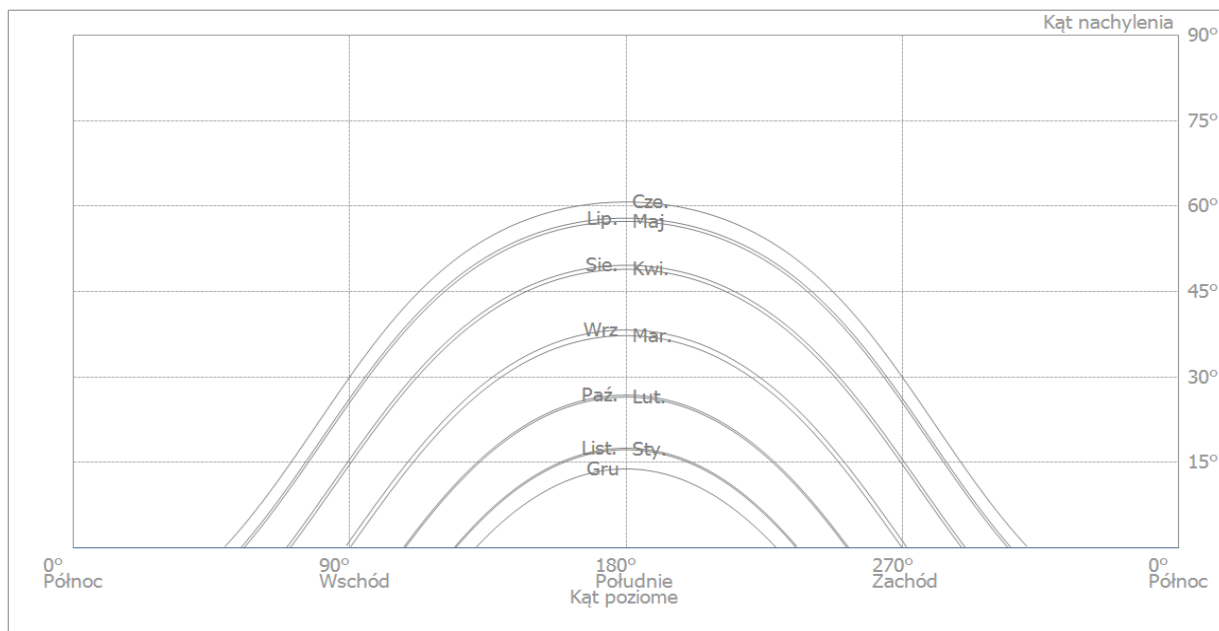
Przedmiotem niniejszego opracowania jest komputerowa symulacja pracy instalacji dla inwestycji pt. rozbudowa elektrowni fotowoltaicznej o moc ok. 55 kW, do mocy ok. 151 kW, wraz z infrastrukturą towarzyszącą, na terenie obiektu Miejskich Wodociągów i Oczyszczalni w Grudziądzu położonego przy ulicy Hallera 79. Instalacja zostanie posadowiona na istniejących budynkach, wchodzących w skład kompleksu obiektu, w północno-zachodniej części działki nr 2/13 oraz działce nr 2/10 w obrębie ewidencyjnym 0117 M. Grudziądz.

1.2. Model symulacyjny

Szacunkową produkcję w skali roku oszacowano na bazie przeprowadzonej symulacji komputerowej pracy instalacji w środowisku PVSol, na podstawie modelu zgodnego z poniższą tabelą.

Dane klimatyczne – Model symulacyjny w środowisku PVSol

Lokalizacja	Grudziądz, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

1.3. Zakres opracowania

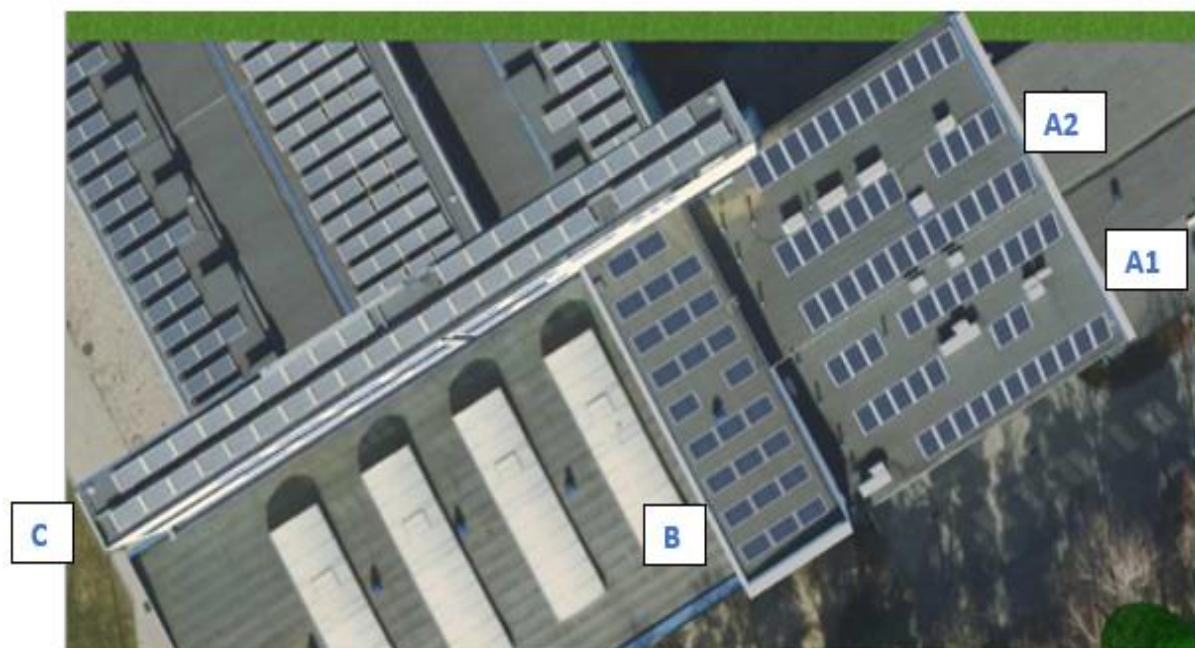
W dalszej części opracowania zawarto wyniki symulacji komputerowej dla projektowanych poszczególnych części instalacji. Dla każdej z części zawarto:

- wizualizację 3D wraz z procentową wartością zacienienia powierzchni modułów PV w skali roku;
- wyniki symulacji dla poszczególnych powierzchni modułów PV
- wyniki symulacji pracy w skali roku, wraz z oszacowaniem ograniczenia emisji CO₂,
- bilans energetyczny instalacji w skali roku.

2. Instalacja PV_1 – „Budynek SUW”, dz. nr 2/13 [0117]

2.1. Wizualizacja 3D oraz opis wstępny

Poniżej wykazano wizualizację 3D oraz parametry projektowanej instalacji dla danej części.



Moc instalacji PV	42,0	kWp
Sumaryczna powierzchnia modułów PV	205,0	m ²
Liczba modułów PV	105	
Liczba falowników	3	
1) O mocy znamionowej 25,0 kW		
2) O mocy znamionowej 10,0 kW		
3) O mocy znamionowej 5,0 kW		

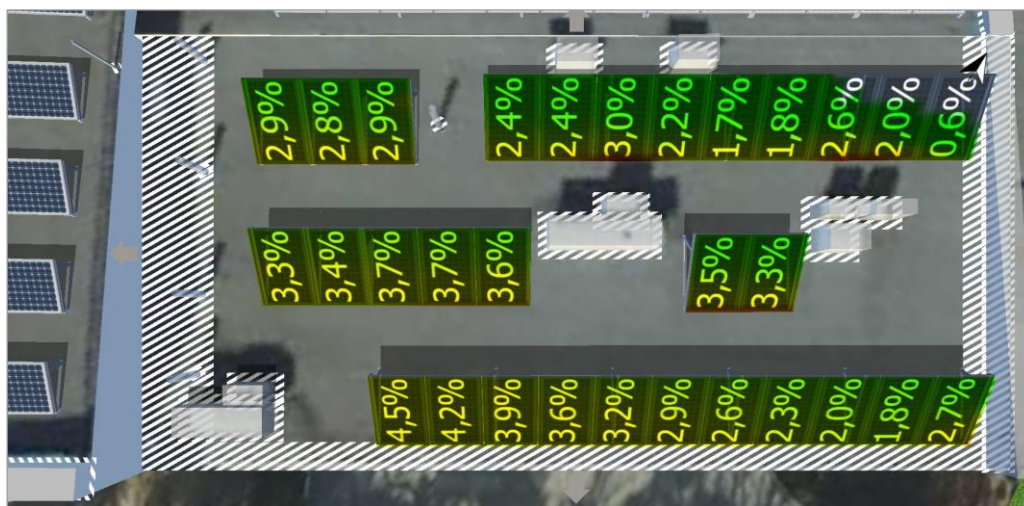
2.2. Procentowe zacienienie powierzchni modułów PV

Poniżej wykazano procentowe zacienienie powierzchni modułów PV w skali roku dla poszczególnych połaci.

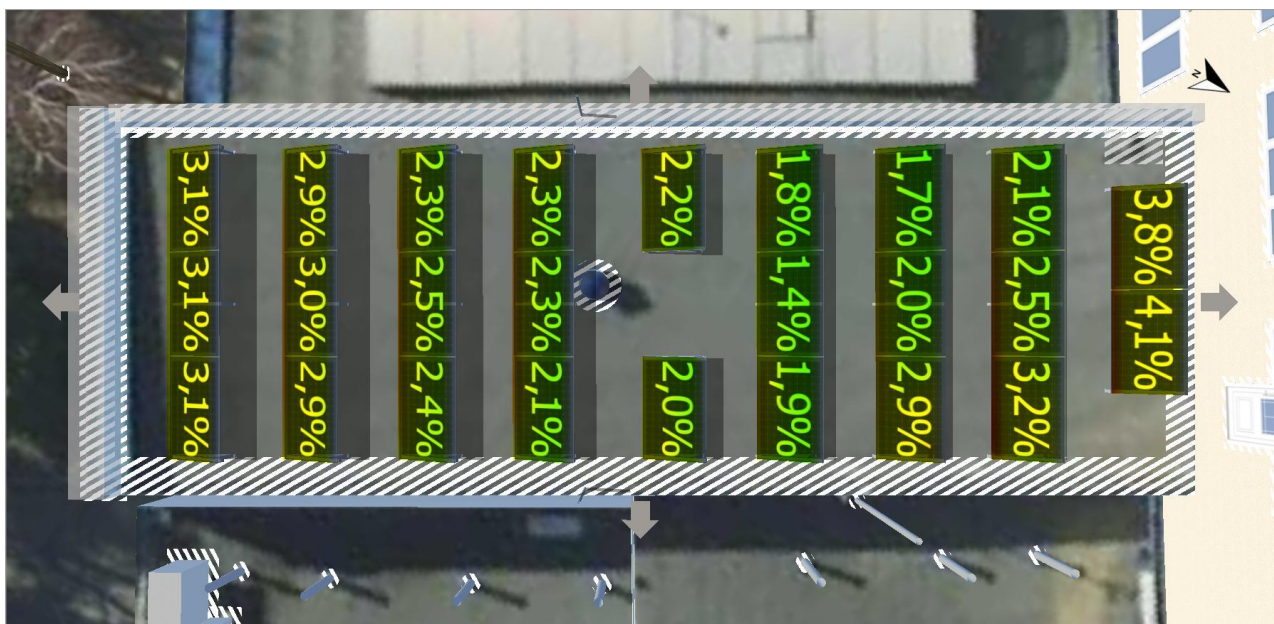
Nazwa	A1	
Moduły PV	36	
Nachylenie wynikowe	20	°
Orientacja	Południowy-wschód 149	°
Rodzaj montażu	Trójkąt Pion, 25 st.	
Powierzchnia generatora PV	70,3	m ²



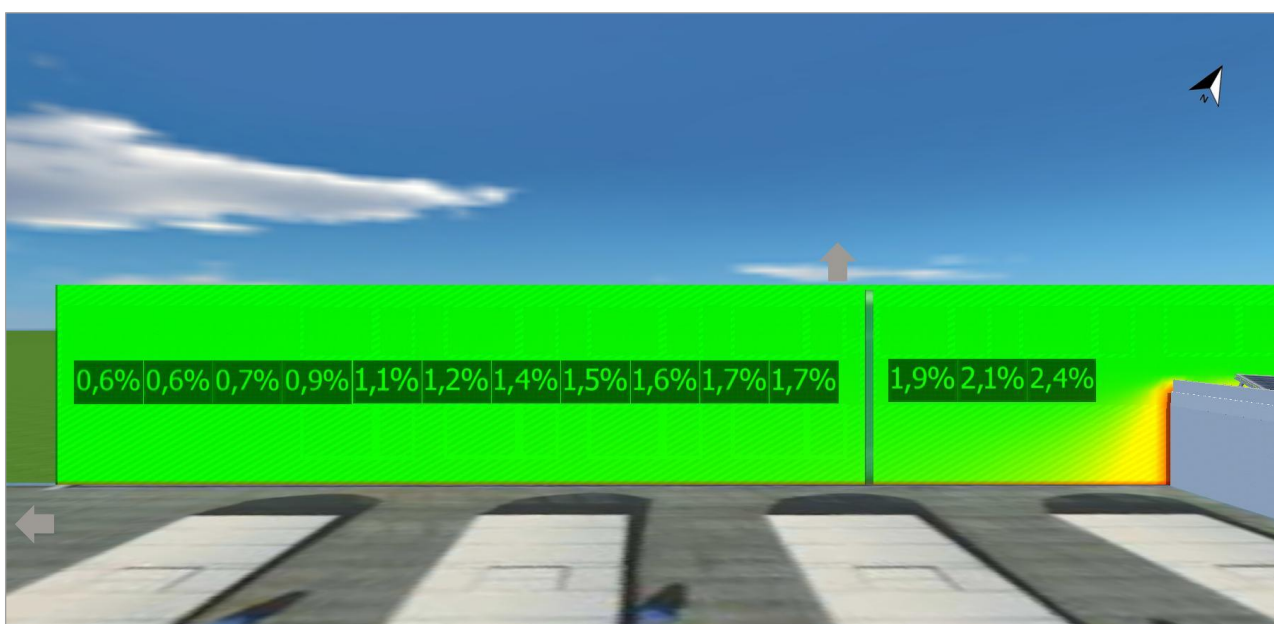
Nazwa	A2	
Moduły PV	30	
Nachylenie wynikowe	30	°
Orientacja	Południowy-wschód 149	°
Rodzaj montażu	Trójkąt Pion, 25 st.	
Powierzchnia generatora PV	58,6	m ²



Nazwa	B	
Moduły PV	25	
Nachylenie wynikowe	20	°
Orientacja	Południowy-wschód 142	°
Rodzaj montażu	Trójkąt Poziom, 20 st.	
Powierzchnia generatora PV	48,8	m ²



Nazwa	C	
Moduły PV	14	
Nachylenie wynikowe	90	°
Orientacja	Południowy-wschód 151	°
Rodzaj montażu	Równoległe do elewacji bud.	
Powierzchnia generatora PV	27,3	m ²



2.3. Wyniki symulacji pracy dla poszczególnych powierzchni

A1

Moc generatora PV	14,4 kWp
Powierzchnia generatora PV	70,3 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1100 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	12459,5 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	865,2 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	78,7 %

A2

Moc generatora PV	12 kWp
Powierzchnia generatora PV	58,6 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1107,4 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	10879,8 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	906,7 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	81,9 %

B

Moc generatora PV	10 kWp
Powierzchnia generatora PV	48,8 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1082 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	8606,4 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	860,6 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	79,5 %

C

Moc generatora PV	5,6 kWp
Powierzchnia generatora PV	27,3 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	791,5 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	3866,1 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	690,4 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,2 %

2.4. Wyniki symulacji dla danej części oraz bilans energetyczny

Moc generatora PV	42,0 kWp
Spec. uzysk roczny	852,66 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	80,7 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	9,2 %/rok
Energia wyprodukowana sieć AC	35 812 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	63 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	29 079 kg / rok

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 018,89 kWh/m ²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,19 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	20,84 kWh/m ²	2,07 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	30,98 kWh/m ²	3,01 %
Zacienienie niezależne od modułu	-3,81 kWh/m ²	-0,36 %
Odbicia na powierzchni modułu	-11,46 kWh/m ²	-1,08 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 045,25 kWh/m ²	
	1 045,25 kWh/m ²	
	x 205,04 m ²	
	= 214 317,00 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	214 317,00 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,49 %)	-170 413,22 kWh	-79,51 %
Znamionowa energia PV	43 903,78 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-2 956,08 kWh	-6,73 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-1 278,47 kWh	-3,12 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-589,20 kWh	-1,49 %
Diody	-140,29 kWh	-0,36 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-778,79 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-422,93 kWh	-1,11 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	37 738,01 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-11,14 kWh	-0,03 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-18,66 kWh	-0,05 %
Regulacja maks. prądu DC	-0,05 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	-16,58 kWh	-0,04 %
Adaptacja MPP	-51,83 kWh	-0,14 %
Energia PV (DC)	37 639,75 kWh	
Energia na wejściu falownika	37 639,75 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-463,12 kWh	-1,23 %
Konwersja z prądu DC na AC	-1 364,86 kWh	-3,67 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-63,18 kWh	-0,18 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	35 748,59 kWh	
Energia oddana do sieci	35 811,54 kWh	

3. Instalacja PV_2 – „Budynek SK”, dz. nr 2/10 [0117]

3.1. Wizualizacja 3D oraz opis wstępny

Poniżej wykazano wizualizację 3D oraz parametry projektowanej instalacji dla danej części.



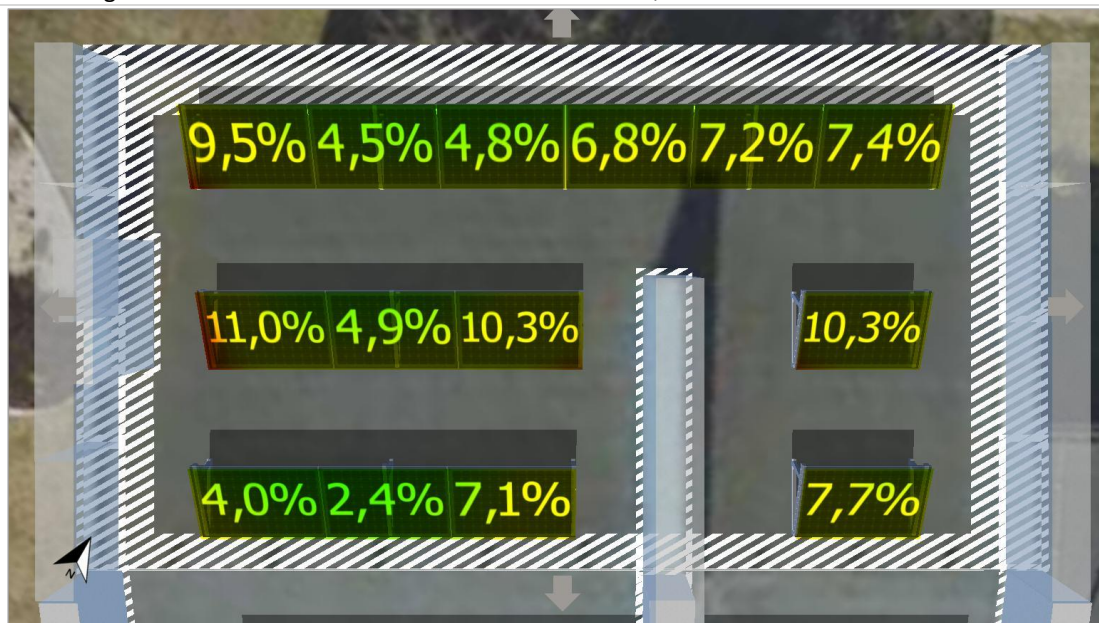
Moc instalacji PV	12,8	kWp
Sumaryczna powierzchnia modułów PV	62,5	m ²
Liczba modułów PV	32	
Liczba falowników	1	
1) O mocy znamionowej 12,0 kW		

3.2. Procentowe zacinienie powierzchni modułów PV

Poniżej wykazano procentowe zacinienie powierzchni modułów PV w skali roku dla poszczególnych połaci.

Poniżej wykazano poszczególne przestrzeni montażowe:

Nazwa	A1	
Moduły PV	14	
Nachylenie wynikowe	15	°
Orientacja	Południowy-wschód 150	°
Rodzaj montażu	Trójkąt Poziom, 20 st.	
Powierzchnia generatora PV	27,3	m ²



Nazwa	A2	
Moduły PV	18	
Nachylenie wynikowe	25	°
Orientacja	Południowy-wschód 150	°
Rodzaj montażu	Trójkąt Poziom, 20 st.	
Powierzchnia generatora PV	35,1	m ²



3.3. Wyniki symulacji pracy dla poszczególnych powierzchni

A1

Moc generatora PV	5,6 kWp
Powierzchnia generatora PV	27,3 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1085,5 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	4340,3 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	775 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	71,4 %

A2

Moc generatora PV	7,2 kWp
Powierzchnia generatora PV	35,1 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1104,2 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	5831,6 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	809,9 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	73,3 %

3.4. Wyniki symulacji dla danej części oraz bilans energetyczny

Moc generatora PV	12,8 kWp
Spec. uzysk roczny	794,68 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	72,5 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	18,5 %/rok
Energia wyprodukowana sieć AC	10 172 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	23 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	8 260 kg / rok

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 018,89 kWh/m ²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,19 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	6,82 kWh/m ²	0,68 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	85,26 kWh/m ²	8,40 %
Zacienienie niezależne od modułu	-4,73 kWh/m ²	-0,43 %
Odbicia na powierzchni modułu	-11,92 kWh/m ²	-1,09 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 084,13 kWh/m ²	
	1 084,13 kWh/m ²	
	x 62,49 m ²	
	= 67 744,90 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	67 744,90 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,49 %)	-53 867,06 kWh	-79,51 %
Znamionowa energia PV	13 877,84 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-1 921,51 kWh	-13,85 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-362,59 kWh	-3,03 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-213,80 kWh	-1,84 %
Diody	-82,40 kWh	-0,72 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-225,95 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-290,79 kWh	-2,63 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	10 780,79 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-6,18 kWh	-0,06 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-12,26 kWh	-0,11 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-21,52 kWh	-0,20 %
Energia PV (DC)	10 740,83 kWh	
Energia na wejściu falownika	10 740,83 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-117,45 kWh	-1,09 %
Konwersja z prądu DC na AC	-451,52 kWh	-4,25 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-23,02 kWh	-0,23 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	10 148,85 kWh	
Energia oddana do sieci	10 171,86 kWh	