

PROJEKT KONCEPCYJNY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Dane klienta

Przedsiębiorstwo: Małopolski Urząd Wojewódzki w Krakowie

Osoba kontaktowa: Aneta Balinka

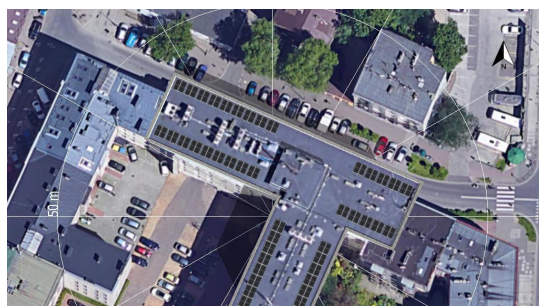
Adres: ul. Basztowa 22
31-154 Kraków

Telefon: 12 392 1150

Dane obiektu

Tytuł projektu: Projekt koncepcyjny instalacji
fotowoltaicznej

Adres: Kompleks budynków
ul. Basztowa 22/Worcella 7
31-154 Kraków

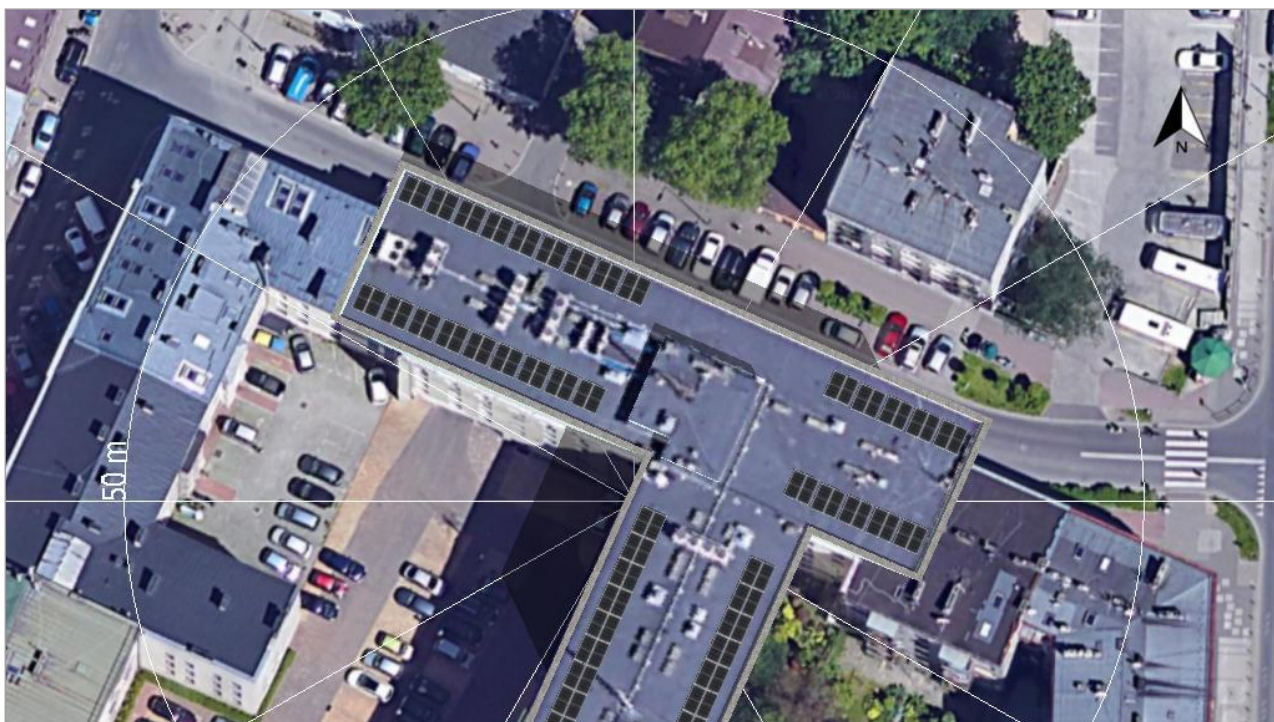


Opracował: dr inż. Marek Rogóż
ul. Kalinów 94
32-045 Wola Kalinowska
MAP/0295/PWOE/11

dr inż. Marek Rogóż
Uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. MAP/0295/PWOE/11

marzec, 2023 r.

Przegląd projektu

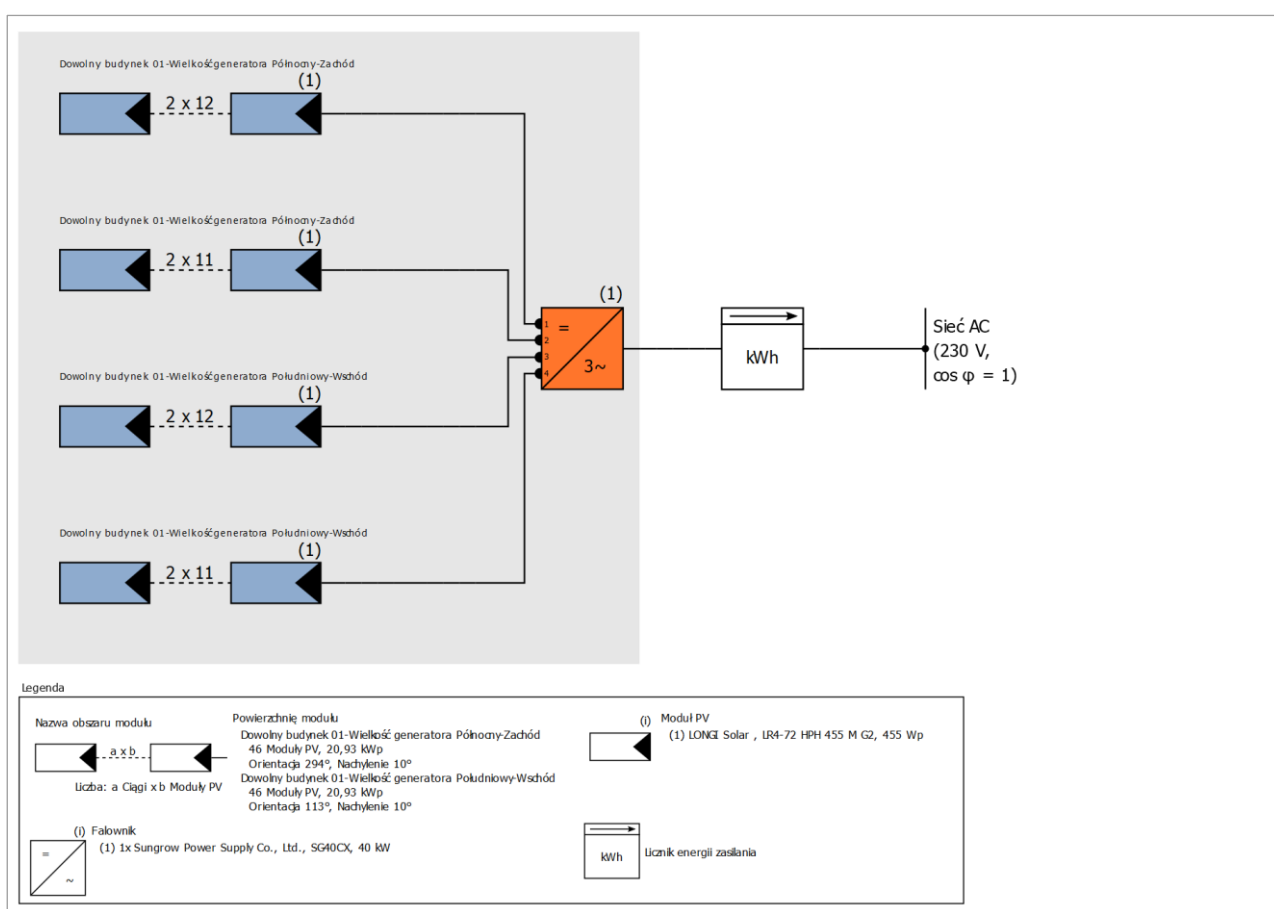


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Krakow, POL (1996 - 2015)
Źródło wartości	Meteonorm 8.1(i)
Moc generatora PV	41,86 kWp
Powierzchnia generatora PV	200,0 m ²
Liczba modułów PV	92
Liczba falowników	1



Ilustracja: Schemat instalacji

Instalacja fotowoltaiczna zostanie przyłączona do istniejącej rozdzielnic głównej budynku

Prognoza uzysku

Prognoza uzysku

Moc generatora PV	41,86 kWp
Spec. uzysk roczny	933,46 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	88,03 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	5,8 %/Rok
Energia oddana do sieci	39 083 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	38 986 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	9 kWh/Rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	23 445 kg / rok

Opłacalność

Twój zysk

Całkowite koszty inwestycji	230 230,00 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	9,31 %
Okres amortyzacji	9,9 Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,2585 zł/kWh
Bilansowanie / koncepcja zasilania	Pełne zasilanie

Uwaga:

Wszystkie kwoty podane w projekcie są kwotami netto.

Struktura instalacji

Przegląd

Dane instalacji

Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)
Włączenie do eksploatacji	sierpień 2024

Dane klimatyczne

Lokalizacja	Krakow, POL (1996 - 2015)
Źródło wartości	Meteonorm 8.1(i)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

Powierzchnie modułów

1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

Nazwa	Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód
Moduły PV	46 x 455 W
Producent	----
Nachylenie	10 °
Orientacja	Północny zachód 294 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	100,0 m ²



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

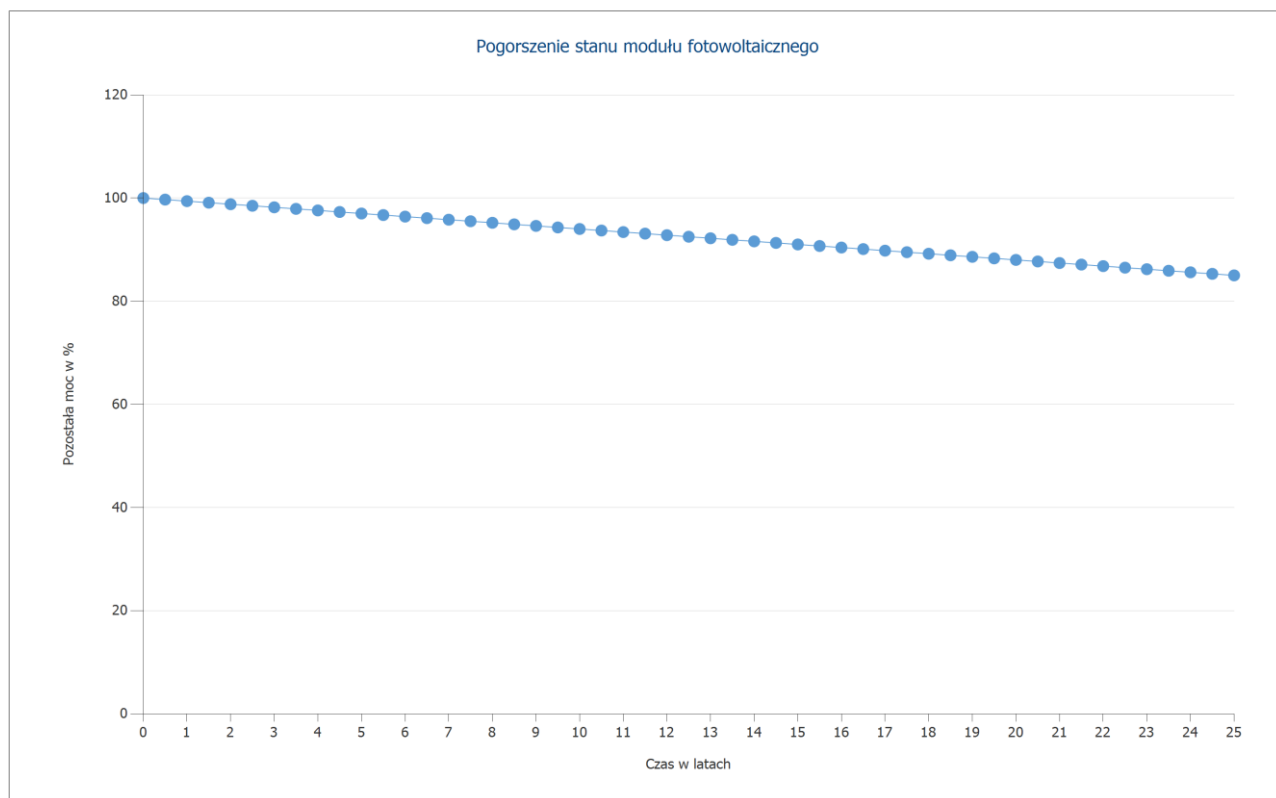
Pogorszenie stanu modułu fotowoltaicznego, 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

Krzywa charakterystyczna

Liniowo

Moc pozostała po 25 latach

85 %



Ilustracja: Pogorszenie stanu modułu fotowoltaicznego, 1. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

2. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

Generator PV, 2. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

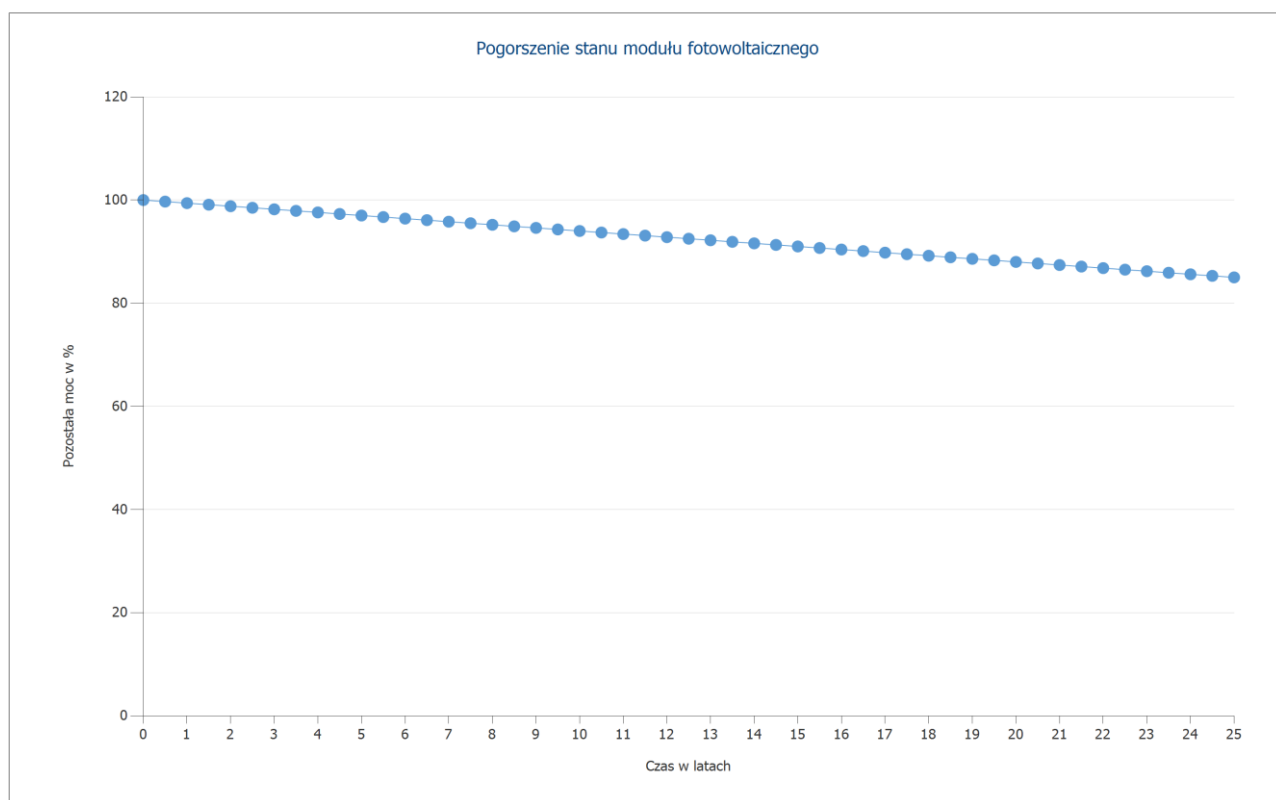
Nazwa	Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód
Moduły PV	46 x 455 W
Producent	----
Nachylenie	10 °
Orientacja	Południowy-wschód 113 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	100,0 m ²



Ilustracja: 2. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

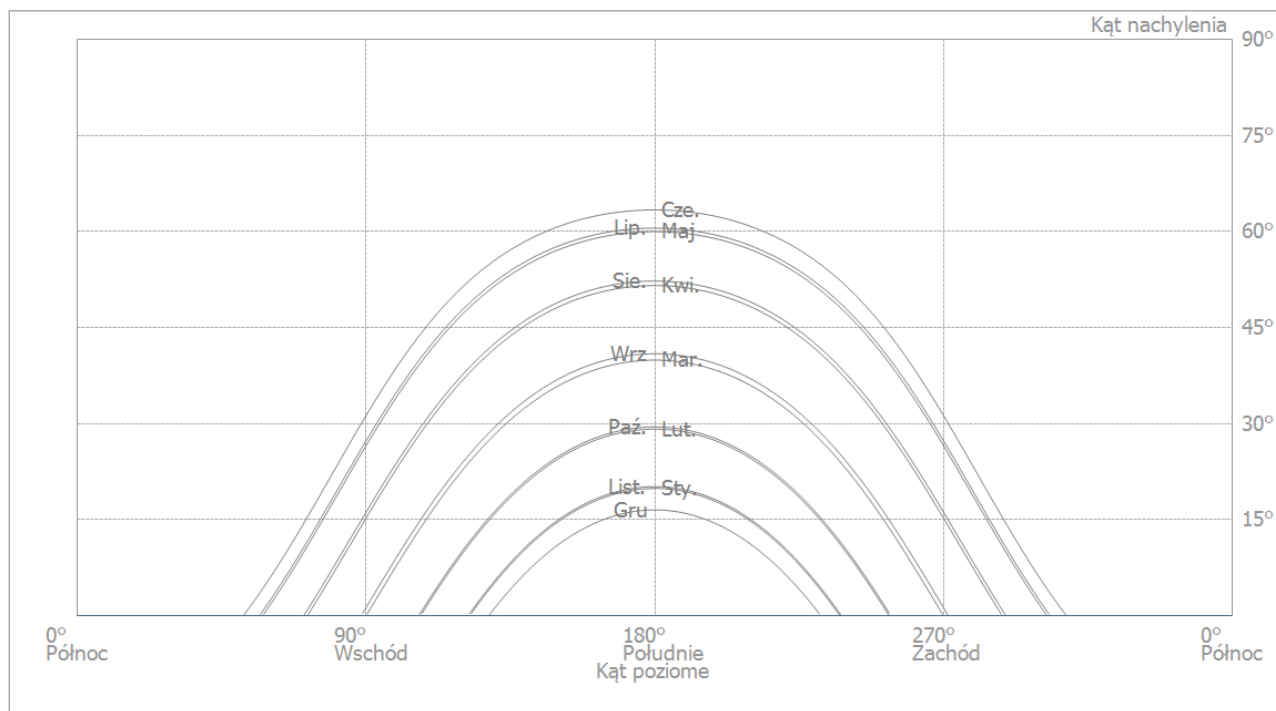
Pogorszenie stanu modułu fotowoltaicznego, 2. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

Krzywa charakterystyczna	Liniowo
Moc pozostała po 25 latach	85 %



Ilustracja: Pogorszenie stanu modułu fotowoltaicznego, 2. Powierzchnię modułu - Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

Konfigurację falownika

Konfiguracja 1

Powierzchnie modułów

Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód + Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

Falownik 1

Model	(---)
Producent	(---)
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	104,7 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 12
	MPP 2: 2 x 11
	MPP 3: 2 x 12
	MPP 4: 2 x 11

Sieć AC

Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe pomiędzy przewodem fazowym a zerowym	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

Instalacja fotowoltaiczna zostanie przyłączona do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku

Wyniki symulacji

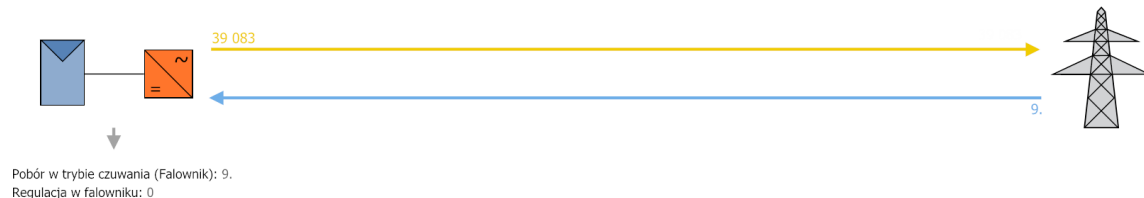
Wyniki Cała instalacja

Instalacja PV

Moc generatora PV	41,86 kWp
Spec. uzysk roczny	933,46 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	88,03 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	5,8 %/Rok
Energia oddana do sieci	39 083 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	38 986 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	9 kWh/Rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	23 445 kg / rok

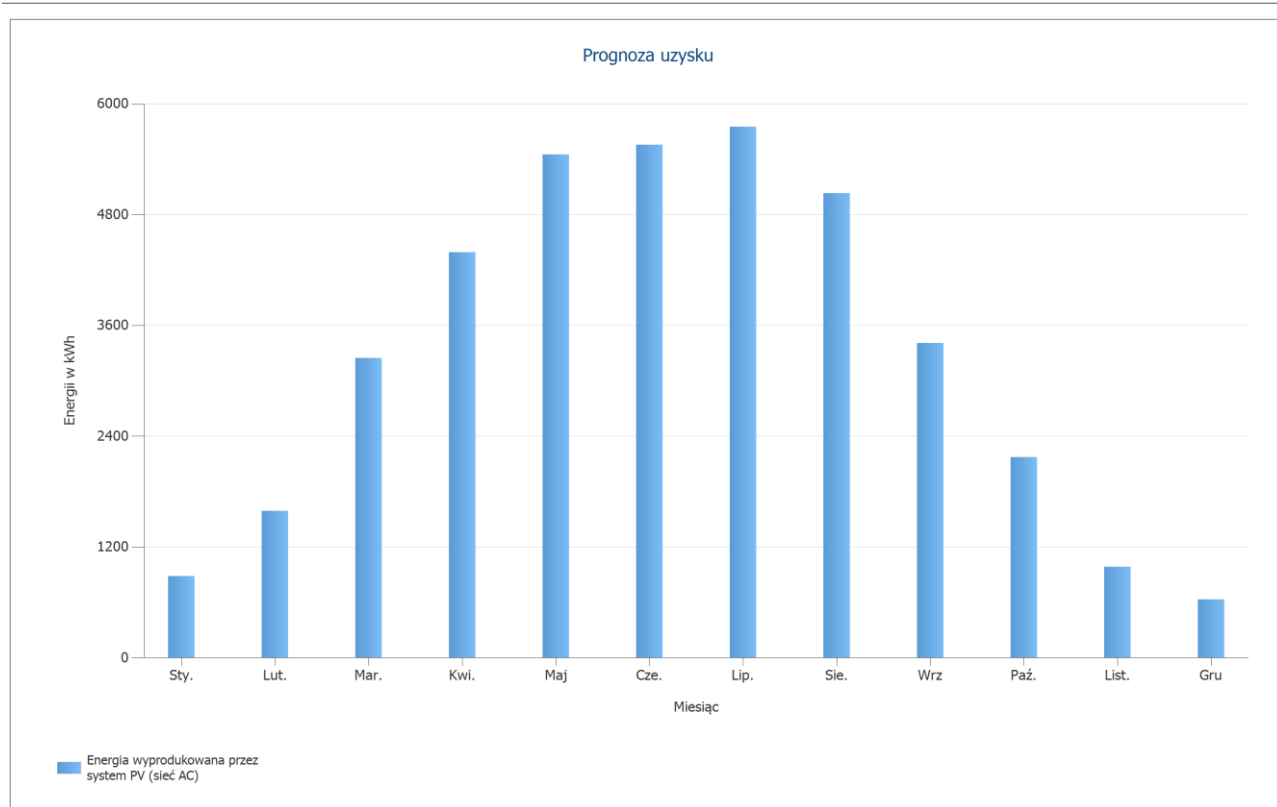
Schemat przepływu energii

Projekt: PV KRAKÓW



Wszystkie wartości w kWh
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia
created with PV-SOL

Ilustracja: Przepływ energii



Ilustracja: Prognoza uzysku

Wyniki na powierzchnię modułu

Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Północny-Zachód

Moc generatora PV	20,93 kWp
Powierzchnia generatora PV	99,98 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1019,33 kWh/m ²
Globalne promieniowanie na moduł bez odbicia	1025,65 kWh/m ²
Stosunek wydajności (PR)	88,81 %
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	19078,60 kWh/Rok
Spec. uzysk roczny	911,54 kWh/kWp

Dowolny budynek 01-Wielkość generatora Południowy-Wschód

Moc generatora PV	20,93 kWp
Powierzchnia generatora PV	99,98 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1087,49 kWh/m ²
Globalne promieniowanie na moduł bez odbicia	1093,35 kWh/m ²
Stosunek wydajności (PR)	87,34 %
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	20004,64 kWh/Rok
Spec. uzysk roczny	955,79 kWh/kWp

Bilans energetyczny instalacji PV

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 090,51 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,91 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	1,64 kWh/m ²	0,15 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	-12,38 kWh/m ²	-1,14 %
Zacienienie niezależne od modułu	-9,36 kWh/m ²	-0,88 %
Odbicia na powierzchni modułu	-6,09 kWh/m ²	-0,57 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 053,41 kWh/m²	
	1 053,41 kWh/m ²	
	x 199,969 m ²	
	= 210 648,83 kWh	
Globalne nasłonecznienie PV	210 648,83 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,95 %)	-166 517,84 kWh	-79,05 %
Znamionowa energia PV	44 130,99 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-1 437,83 kWh	-3,26 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-598,43 kWh	-1,40 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-400,22 kWh	-0,95 %
Diody	-41,34 kWh	-0,10 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-833,06 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-592,53 kWh	-1,45 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	40 227,58 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-0,98 kWh	0,00 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-16,06 kWh	-0,04 %
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	-3,73 kWh	-0,01 %
Energia PV (DC)	40 206,81 kWh	
Energia na wejściu falownika	40 206,81 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-8,90 kWh	-0,02 %
Konwersja z prądu DC na AC	-719,89 kWh	-1,79 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-8,75 kWh	-0,02 %
Straty całkowite w kablu	-394,78 kWh	-1,00 %
Energia PV (AC) odjęć zużycie podczas czuwania	39 074,49 kWh	
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	39 083,24 kWh	

Analiza rentowności

Przegląd

Dane instalacji

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	38 986 kWh/Rok
Moc generatora PV	41,9 kWp
Włączenie instalacji do eksploatacji:	27.03.2023
Rozważany przedział czasowy	25 Lata
Odsetki od kapitału	1 %

Parametry rentowności

Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	9,31 %
Skumulowany cashflow	304 179,99 zł
Okres amortyzacji	9,9 Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,2585 zł/kWh

Przegląd płatności

specyficzne koszty inwestycji	5 500,00 zł/kWp
Koszty inwestycyjne	230 230,00 zł
Płatności jednorazowe	0,00 zł
Należności	0,00 zł
Koszty roczne	0,00 zł/Rok
Pozostałe zyski lub zaoszczędzone kwoty	0,00 zł/Rok

Wynagrodzenie i oszczędności

Wynagrodzenie całkowite w pierwszym roku	25 340,82 zł/Rok
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	
Cena prądu bezpośrednio zakupiona na rynku	0,65 zł/kWh
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	25 340,83 zł/Rok

Przepływy pieniężne

Przepływy pieniężne

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5
Inwestycje	-230 230,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Taryfa gwarantowana	23 339,98 zł	24 692,09 zł	24 299,67 zł	23 912,60 zł	23 530,82 zł
Roczny cashflow	-206 890,02 zł	24 692,09 zł	24 299,67 zł	23 912,60 zł	23 530,82 zł
Skumulowany cashflow	-206 890,02 zł	-182 197,93 zł	-157 898,26 zł	-133 985,66 zł	-110 454,84 zł

Przepływy pieniężne

	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
Taryfa gwarantowana	23 154,25 zł	22 782,83 zł	22 416,50 zł	22 055,18 zł	21 698,83 zł
Roczny cashflow	23 154,25 zł	22 782,83 zł	22 416,50 zł	22 055,18 zł	21 698,83 zł
Skumulowany cashflow	-87 300,59 zł	-64 517,76 zł	-42 101,27 zł	-20 046,08 zł	1 652,74 zł

Przepływy pieniężne

	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
Taryfa gwarantowana	21 347,36 zł	21 000,74 zł	20 658,88 zł	20 321,73 zł	19 989,23 zł
Roczny cashflow	21 347,36 zł	21 000,74 zł	20 658,88 zł	20 321,73 zł	19 989,23 zł
Skumulowany cashflow	23 000,11 zł	44 000,84 zł	64 659,72 zł	84 981,45 zł	104 970,68 zł

Przepływy pieniężne

	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
Taryfa gwarantowana	19 661,33 zł	19 337,96 zł	19 019,06 zł	18 704,59 zł	18 394,48 zł
Roczny cashflow	19 661,33 zł	19 337,96 zł	19 019,06 zł	18 704,59 zł	18 394,48 zł
Skumulowany cashflow	124 632,01 zł	143 969,97 zł	162 989,04 zł	181 693,62 zł	200 088,10 zł

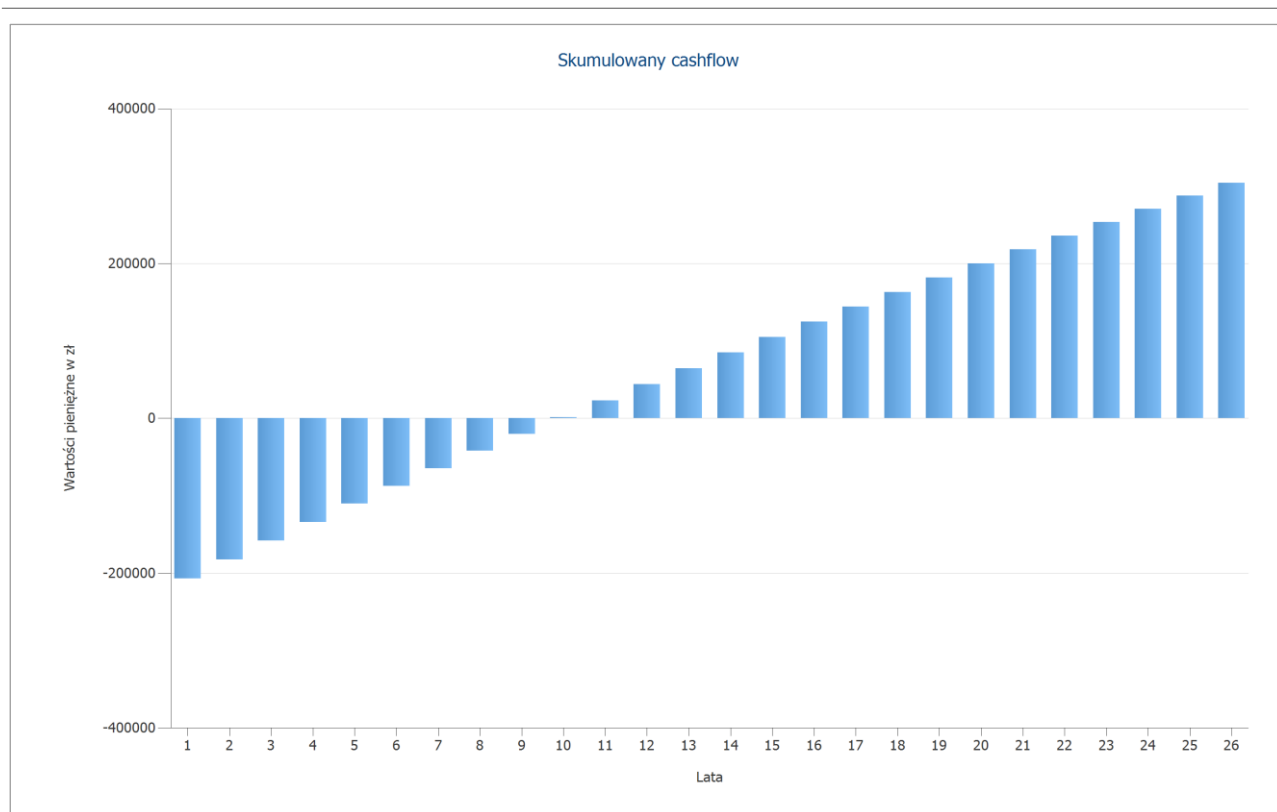
Przepływy pieniężne

	Rok 21	Rok 22	Rok 23	Rok 24	Rok 25
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Taryfa gwarantowana	18 088,67 zł	17 787,12 zł	17 489,76 zł	17 196,55 zł	16 907,43 zł
Roczny cashflow	18 088,67 zł	17 787,12 zł	17 489,76 zł	17 196,55 zł	16 907,43 zł
Skumulowany cashflow	218 176,77 zł	235 963,89 zł	253 453,65 zł	270 650,20 zł	287 557,64 zł

Przepływy pieniężne

	Rok 26
Inwestycje	0,00 zł
Taryfa gwarantowana	16 622,35 zł
Roczny cashflow	16 622,35 zł
Skumulowany cashflow	304 179,99 zł

Wskaźniki degradacji i wzrostu ceny są stosowane miesięcznie przez cały rozważany przedział czasowy. Następuje to już w pierwszym roku.



Ilustracja: Skumulowany cashflow

Arkusze danych

Arkusz danych modułu PV

Moduł PV: (---) 455 W

Producent	(---)
Dostępny	Tak

Dane elektryczne

Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Moduł półogniwa	Tak
Liczba ogniw	144
Liczba diod by-pass	3
Straty napięcia na diodzie bypassu	1 V
Zintegrowany optymalizator mocy	Nie
Tylko falownik transformatorowy	Nie

Parametry U/I przy STC

Napięcie w MPP	41,7 V
Natężenie prądu w MPP	10,92 A
Napięcie obwodu otwartego	49,5 V
Prąd zwarciov	11,66 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %
Moc znamionowa	455 W
Współczynnik wypełnienia	78,9 %
Współczynnik sprawności	20,95 %

Parametry obciążenia częściowego U/I

Źródło wartości	Producent/własne
Nasłonecznienie	200 W/m ²
Napięcie w MPP przy obciążeniu częściowym	40,034 V
Natężenie prądu w MPP przy obciążeniu częściowym	2,223 A
Napięcie pracy jałowej przy obciążeniu częściowym	46,391 V
Prąd zwarciov przy obciążeniu częściowym	2,371 A

Parametry dodatkowe

Współczynnik temperaturowy Voc	-131,2 mV/K
Współczynnik temperaturowy Isc	5,8 mA/K
Współczynnik temperaturowy Pmpp	-0,34 %/K
Współczynnik kąta padania (IAM)	100 %
Maksymalne napięcie systemowe	1500 V

Dane mechaniczne

Szerokość	1038 mm
Wysokość	2094 mm
Głębokość	35 mm
Szerokość ramki	35 mm
Ciężar	24,3 kg

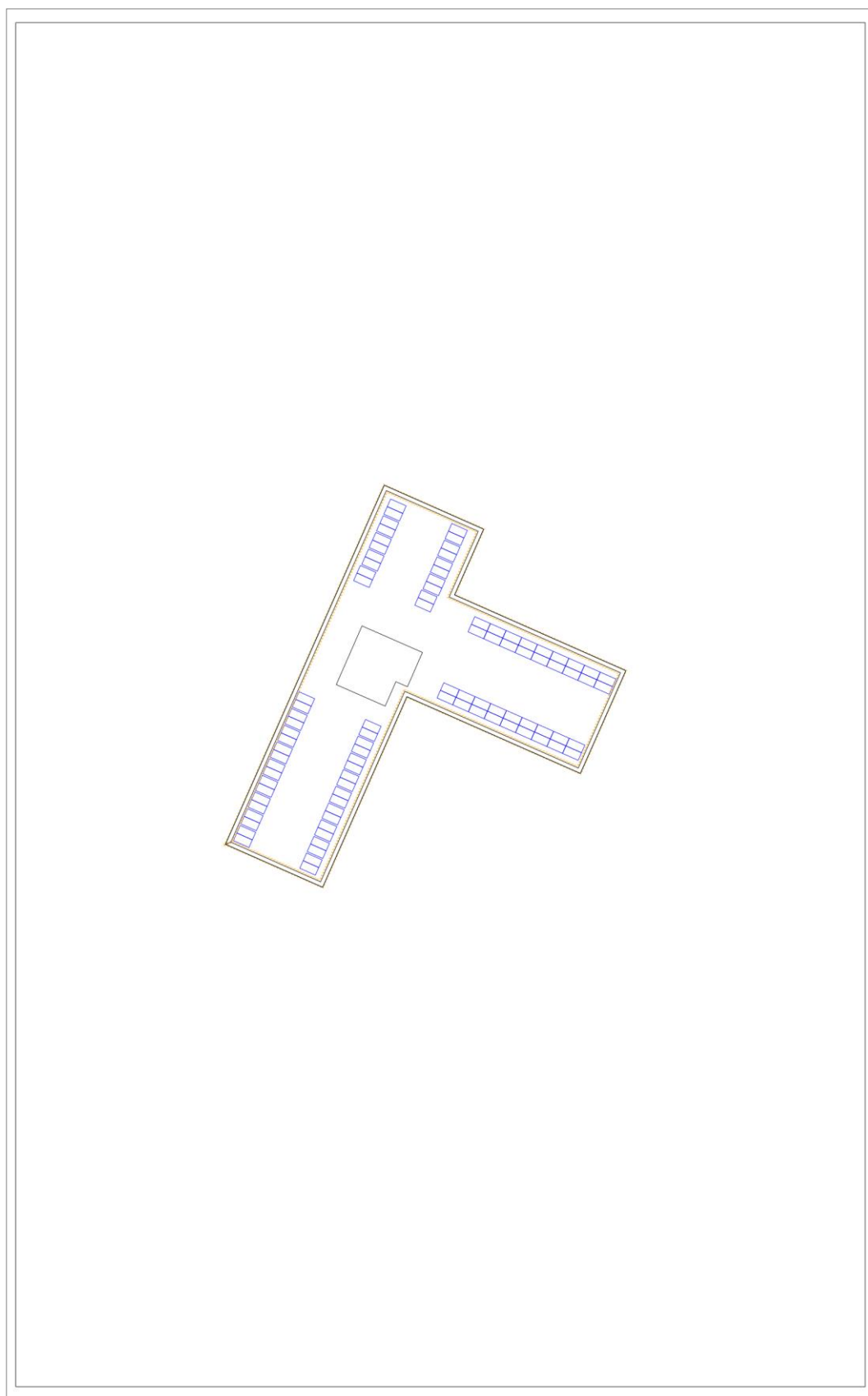
Arkusz danych falownika

Falownik: (---)

Producent	(---)
Dostępny	Tak
Dane elektryczne – DC	
Moc znamionowa DC	40 kW
Maks. moc prądu DC	60 kW
Napięcie znamionowe DC	585 V
Maks. napięcie wejściowe	1100 V
Maks. prąd wejściowy	139,2 A
Liczba wejść DC	8
Dane elektryczne – AC	
Moc znamionowa prądu AC	40 kW
Maks. moc prądu AC	44 kVA
Liczba faz	3
Z transformatorem	Nie
Dane elektryczne – Inne	
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	0,02 %/100V
Min. Moc przesyłana do sieci	20 W
Pobór w trybie czuwania	2 W
Zużycie nocne	2 W
Tracker MPP	
Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99,9 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	100 %
Liczba trackerów MPP (punktów mocy maksymalnej)	4
Tracker MPP 1-4	
Maks. prąd wejściowy	26 A
Maks. moc wejściowa	22,1 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	1000 V

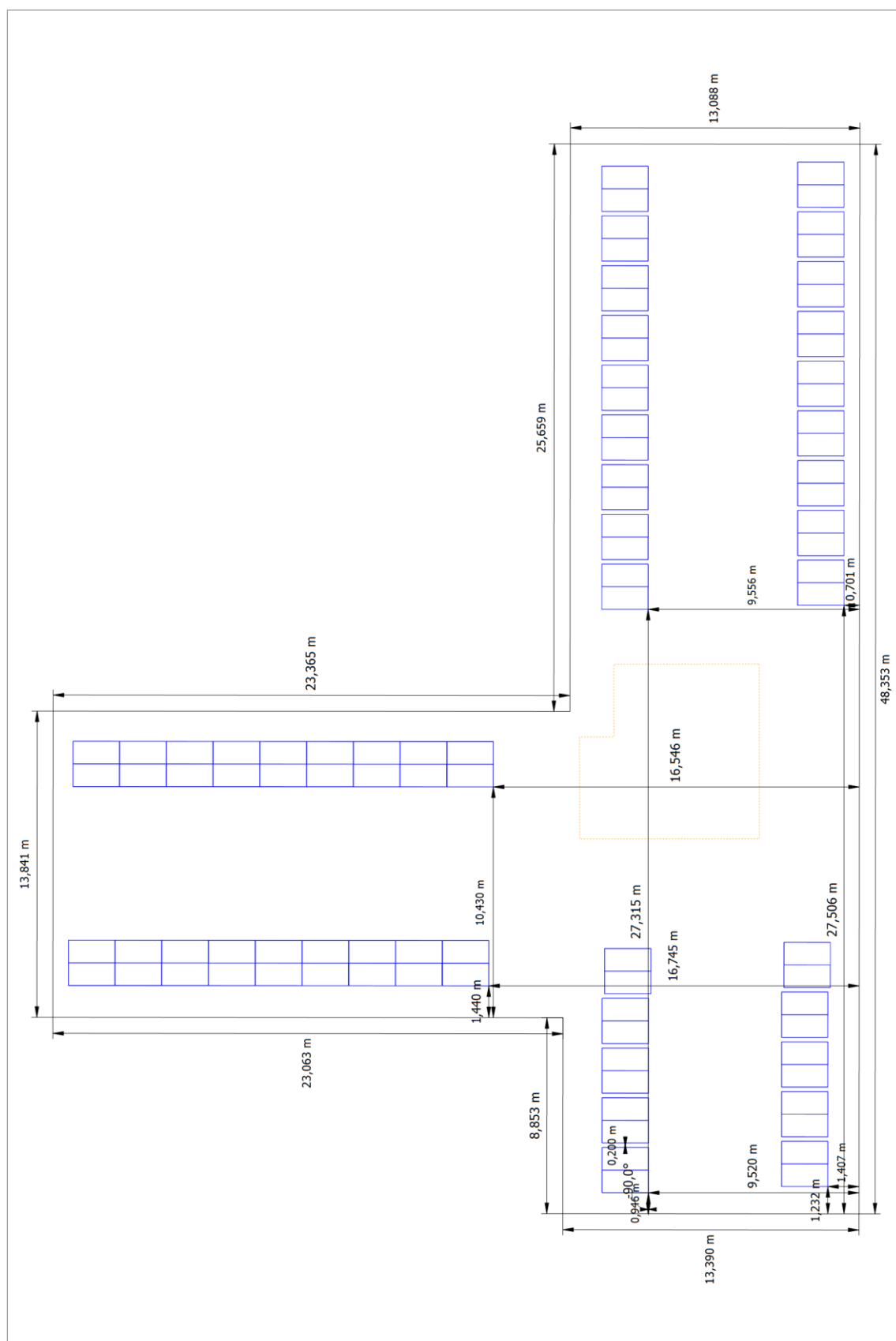


Plan rozmieszczenia modułów



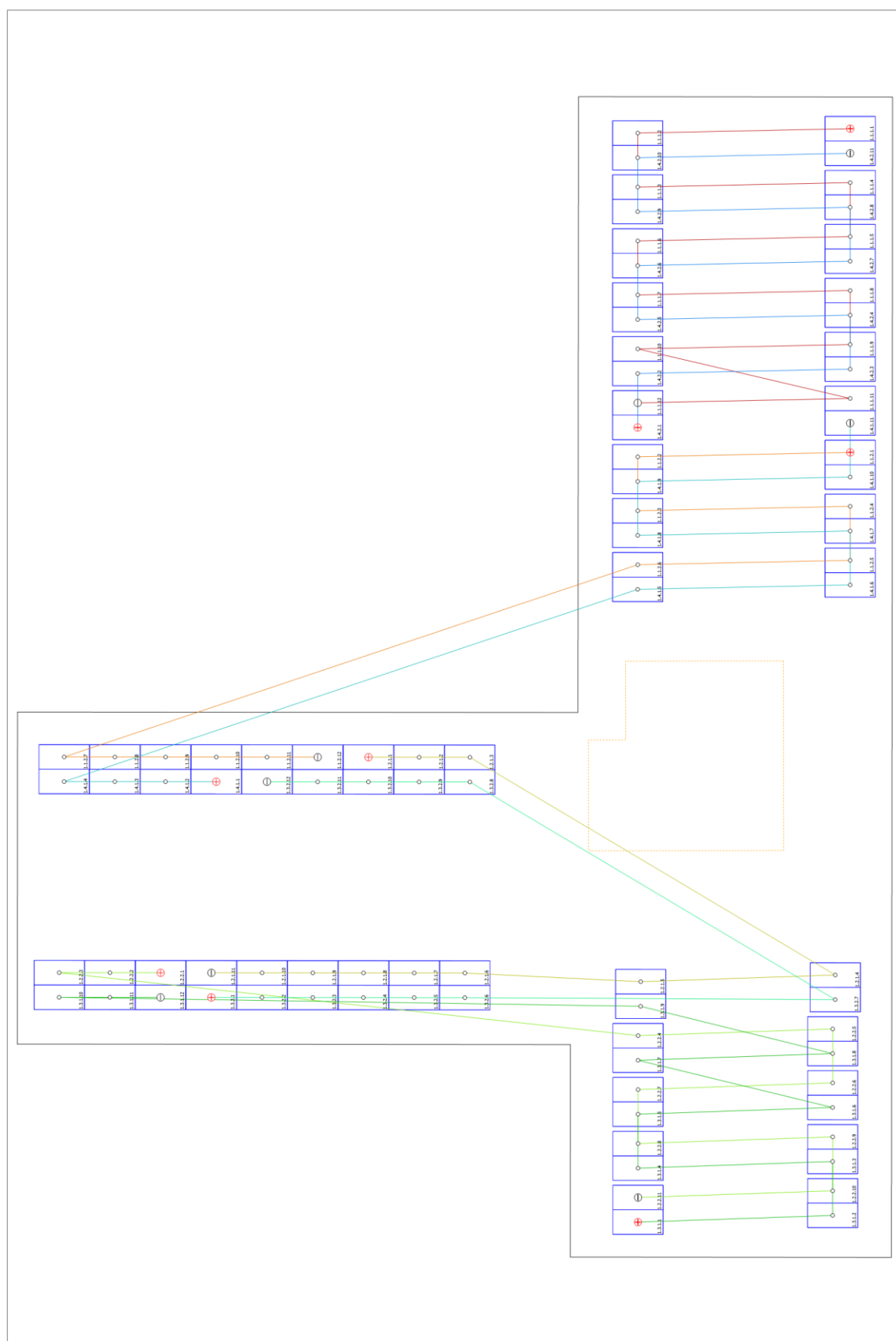
Ilustracja: Overview plan

Plan wymiarowy



Ilustracja: Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obciążenia Północny-Wschód

Schemat elektryczny



Ilustracja: Dowolny budynek 01-Powierzchnia do obłożenia Północny-Wschód

Lista części

Lista części

#	Typ	Numer pozycji	Producent	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł PV		(---)	(---)	92	Sztuka
2	Falownik		(---)	(---)	1	Sztuka
3	Komponenty			Licznik energii zasilania	1	Sztuka
4	Komponenty			Rozłącznik	2	Sztuka
5	Komponenty			Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe z uziemieniem	6	Sztuka
6	Komponenty			Wyłącznik ochronny przewodu	2	Sztuka
7	Komponenty			Bezpiecznik	4	Sztuka