



# **TOM III**

## **PROJEKT TECHNICZNY WYKONAWCZY**

### **- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

INWESTOR:	<b>Gmina Jarocin</b> <i>ul. Aleja Niepodległości 10, 63-200 Jarocin</i>
NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:	<b>Kompleksowe opracowanie dokumentacji projektowej techniczno-wykonawczej dla termomodernizacji budynków Niepublicznej Szkoły Podstawowej im. Tadeusza Kościuszki.</b>
LOKALIZACJA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:	<b>Niepubliczna Szkoła Podstawowa im. T. Kościuszki w Jarocinie</b> <b>ul. Tadeusza Kościuszki 25, 63-200 Jarocin</b>  <i>Województwo: wielkopolskie</i> <i>Powiat: jarociński</i> <i>Gmina: Jarocin</i> <i>Obręb ewidencyjny: 0003 Jarocin</i> <i>Identyfikator działki: 300602_4.0003.AR_17.375/3</i>  <i>Kategoria IX – budynki kultury, nauki i oświaty</i>
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<b>ECOREN Sp. z o.o.</b> <i>ul. Budowlanych 50, 80-298 Gdańsk</i>

PROJEKTANT:	PODPIS:
br. elektryczna	 <div><b>PODPIS ZAUFANY</b> <b>ALEKSANDRA KATARZYNA</b> <b>MOCARSKA</b> 30.03.2026 09:30:31 GMT+0200 Dokument podpisany elektronicznie podpisem zaufanym</div>
<i>mgr inż. Aleksandra Mocarska</i> <i>POM/0187/PWBE/22</i>	
SPRAWDZAJĄCY:	 <div><b>PODPIS ZAUFANY</b> <b>KACPER ADAM</b> <b>REDLICKI</b> 30.03.2026 15:36:39 GMT+0200 Dokument podpisany elektronicznie podpisem zaufanym</div>
br. elektryczna	
<i>mgr inż. Kacper Redlicki</i> <i>POM/0425/PWBE/21</i>	
DATA OPRACOWANIA:	<i>styczeń 2026 r.</i>

## **Spis treści**

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA .....	2
UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY INŻYNIERÓW .....	2
1. Zakres opracowania .....	9
3.1. Podstawa opracowania .....	9
3.2. Przedmiot opracowania .....	9
3.3. Lokalizacja inwestycji .....	9
2. Opis stanu istniejącego .....	10
3. Opis techniczny projektowanej inwestycji .....	12
3.1. Podstawowe założenia .....	12
3.2. Opis systemowej konstrukcji montażowej .....	12
3.3. Generator fotowoltaiczny – moduły PV .....	14
3.4. Inwerter .....	14
3.5. Magazyn energii .....	15
3.6. Rozdzielnice elektryczne RPV-SPD .....	15
3.7. Rozdzielnia elektryczna RPV-DC .....	15
3.8. Rozdzielnia elektryczna RPV-AC .....	15
3.9. Trasy kablowe DC .....	16
3.10. Trasy kablowe AC .....	16
3.11. Przyłączenie instalacji do wewnętrznej sieci elektrycznej obiektu .....	16
3.12. Ochrona ppoż. ....	17
3.13. Ochrona przeciwporażeniowa .....	17
3.14. Ochrona odgromowa i uziemienie systemu .....	18
3.15. System monitoringu instalacji PV .....	18
3.16. Pomiary elektryczne .....	18
3.17. Zgłoszenie instalacji do OSD .....	18
3.18. Analiza uzysku energetycznego i zacielenia .....	19
4. Obliczenia techniczne .....	20
4.1. Strona DC .....	20
4.2. Strona AC .....	20
5. Uwagi końcowe .....	21
6. Zestawienie materiałów .....	22
7. Schematy i rysunki .....	23

09.02.2026 r.

## **OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA**

Stosownie do zapisu art. 34, ust. 3d pkt.3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że „Projekt techniczny wykonawczy – instalacja fotowoltaiczna” do zadania pn. **„Kompleksowe opracowanie dokumentacji projektowej techniczno-wykonawczej dla termomodernizacji budynków Niepublicznej Szkoły Podstawowej im. Tadeusza Kościuszki.”** (Województwo: wielkopolskie; Powiat: jarociński; Gmina: Jarocin; Obręb: 3; dz. nr 375/3), stanowiący niniejsze opracowanie, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Niniejszym oświadczam, że dla wyżej wspomnianego projektu, wszelkie użyte nazwy własne produktów, armatury, materiałów zostały wpisane wyłącznie przykładowo oraz do wykorzystania parametrów do wykonania obliczeń instalacji i stanowią wyłącznie założenia materiałowe. Przy przygotowaniu ofert nie należy się kierować nazwami własnymi poszczególnych produktów, a ich parametrami, wymiarami, rodzajem materiału, zgodnie ze specyfikacją techniczną.

PROJEKTANT:  
(spec. instalacyjna elektryczna)

**mgr inż. Aleksandra Mocarska**  
upr. nr POM/0187/PWBE/22

.....

SPRAWDZAJĄCY:  
(spec. instalacyjna elektryczna)

**mgr inż. Kacper Redlicki**  
upr. nr POM/0425/PWBE/21

.....

## UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY INŻYNIERÓW

POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/155  
tel. 58 324 89 77  
- 4 -

Gdańsk, dnia 14 grudnia 2022 r.

sygn. akt. 319/POM/OKK/21

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1117 ze zm.) i **art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c, art. 15a ust. 1 i ust. 22** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2022 r., poz. 2000 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**  
stwierdza, że:

**Pani Aleksandra Katarzyna Kostuch**  
magister inżynier elektrotechniki  
urodzona dn.

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: POM/0187/PWBE/22

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych**

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.



**Pani Aleksandra Katarzyna Kostuch upoważniona jest:**

Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2021 r., poz. 2351 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- g) projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

**Pouczenie**

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Gdańsku, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2000 ze zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

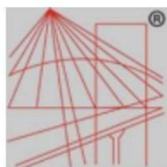
**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**



<b>PRZ</b> Okręgowej	<b>CY</b> kacyjnej
<b>dr inż.</b>	<b>wski</b>
<b>ZASTĘPCA P</b> Okręgowej	<b>ZĄCEGO</b> kacyjnej
<b>mgr inż.</b>	<b>owski</b>
<b>S E P</b> Okręgowej	<b>kacyjnej</b>
<b>mgr inż.</b>	<b>ński</b>

**Otrzymują:**

- 1. Wnioskodawca
- 2. Okręgowa Rada Izby
- 3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
- 4. a/a



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-ICD-7DK-TUR \*

Pani Aleksandra Katarzyna Mocarska (dawniej: Kostuch) o numerze ewidencyjnym  
POM/IE/0440/22

adres zamieszkania



jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-09 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



Podpisany elektronicznie  
Data: 2025.12.09 10:00:00  
Za: Katarzyna Wilde

POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/155  
tel. 58 324-89-77, fax 58 301-44-98  
-4-

Gdańsk, dnia 27 grudnia 2021 r.

sygn. akt. 302/POM/OKK/21

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1117 ze zm.) i **art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c, art. 15a ust. 1 i ust. 22** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2021 r., poz. 735 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**  
stwierdza, że:

**Pan Kacper Adam Redlicki**  
magister inżynier elektrotechniki  
urodzony dnia

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny: POM/0425/PWBE/21**

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych**

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

**Pan Kacper Adam Redlicki upoważniony jest:**

Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- g) projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

**Pouczenie**

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Gdańsku, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 735 ze zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**



Określona przez  
dr ...  
ZASTĘPCĄ  
Określona przez  
mgr ...  
Określona przez  
mgr inż. Marcin Burzyński

**Otrzymują:**

- 1. Wnioskodawca
- 2. Okręgowa Rada Izby
- 3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
- 4. a/a



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

**POM-XPJ-5ZL-SL3 \***

Pan Kacper Adam Redlicki o numerze ewidencyjnym POM/IE/0040/22

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-09 12:34:07 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



## 1. Zakres opracowania

### 3.1. Podstawa opracowania

Projekt opracowano na podstawie:

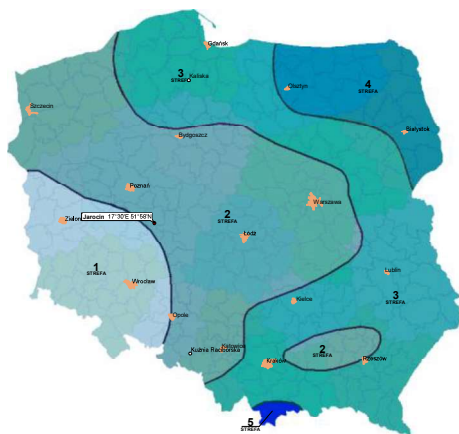
- Umowy nr **WGK-RIK.272.84.2025** z dnia 27 października 2025 r. wraz z załącznikami do umowy;
- Uzgodnień z Inwestorem;
- Inwentaryzacji stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej;
- Uproszczonego wypisu z rejestru gruntów;
- Mapy do celów projektowych;
- Ustawy z dnia 07.07.1994 – Prawo budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414 ze zm.);
- Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 15 kwietnia 2022 r. (Dz. U. 2022 poz. 1225 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401 ze zm.);
- Ustawy o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. 1991 nr 81 poz. 351 ze zm.);
- Polskich norm i katalogów technicznych;
- Kart katalogowych urządzeń certyfikowanych przez akredytowane jednostki badawcze.

### 3.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej (PV) typu on-grid wytwarzającej energię elektryczną w postaci trójfazowego prądu przemiennego AC 230/400 V 50 Hz. Instalacja fotowoltaiczna o mocy 20 kWp z magazynem energii 15 kWh. Celem inwestycji jest pokrycie zapotrzebowania własnego obiektu na energię elektryczną.

### 3.3. Lokalizacja inwestycji

Inwestycja zlokalizowana jest w gminie Jarocin, powiat jarociński. Inwestycja zlokalizowana w II strefie obciążenia śniegiem wg PN-EN 1991-1-3/NA oraz I strefie obciążenia wiatrem wg PN-EN 1991-1-4/NA.

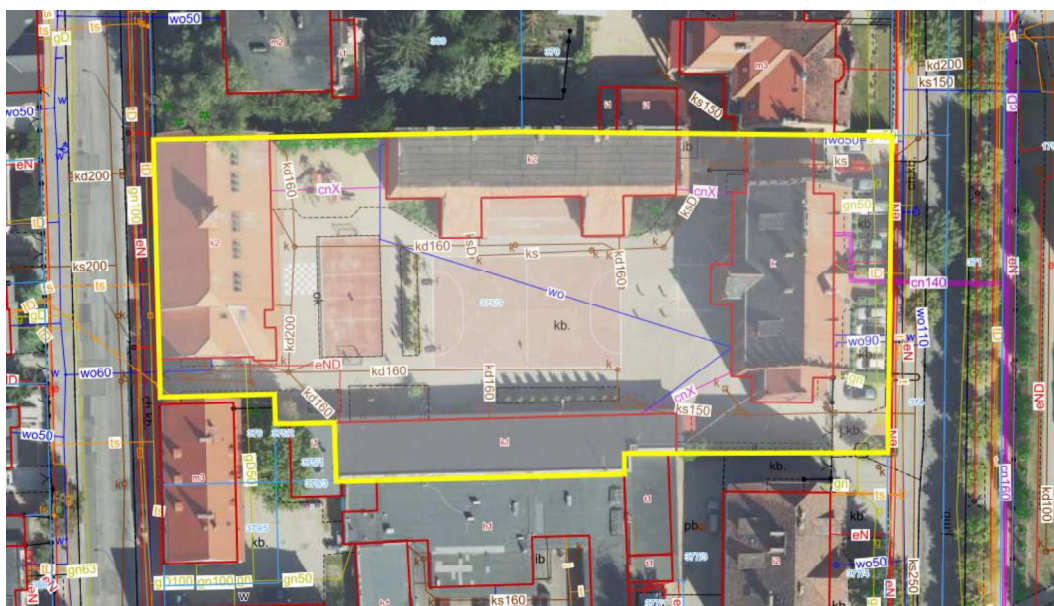


*Strefy obciążenia śniegiem*

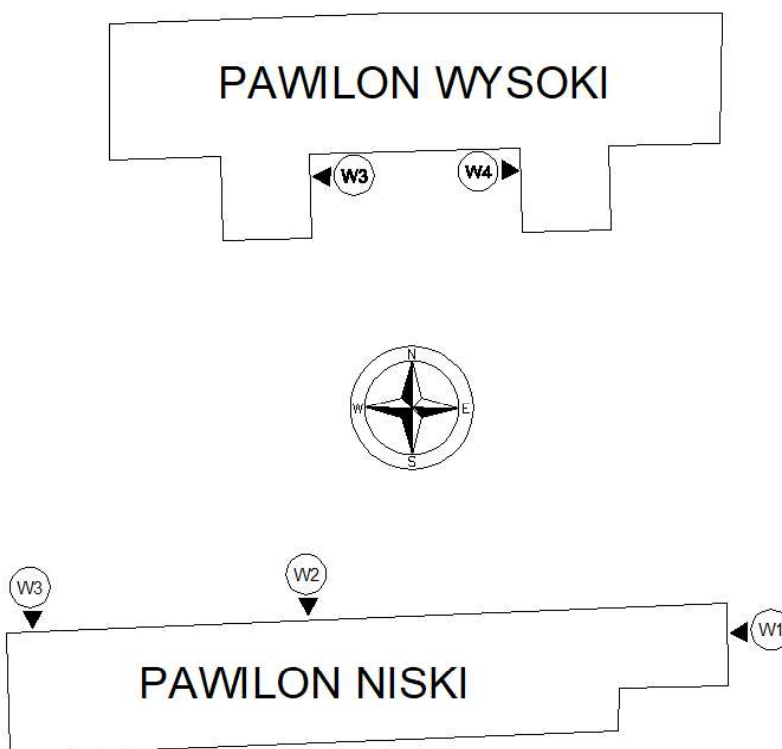


*Strefa obciążenia wiatrem*

W stanie istniejącym stwierdzono budynek szkoły wraz z niezbędną infrastrukturą, w tym z liniami energetycznymi oraz wodno-kanalizacyjnymi. Niepubliczna Szkoła Podstawowa w Jarocinie podzielona jest na dwa wolnostojące budynki: pawilon niski i wysoki, przedstawione na rysunku poniżej.



*Działka objęta opracowaniem projektowym*



*Schemat oznaczenia budynków Niepublicznej Szkoły Podstawowej*



*Budynek pawilonu niskiego*



*Budynek pawilonu wysokiego*

Na tej samej działce znajdują się również budynki Szkoły Podstawowej nr 2 (po stronie wschodniej i zachodniej).

Szkoła Podstawowa nr 2 przyłączona jest do lokalnej sieci elektroenergetycznej należącej do ENERGA Operator S.A. Punkt poboru energii (PPE) nr 590243844026569894 oraz 590243844026527528. Moc umowna dla każdego PPE wynosi 40 kW, przyłącze nN 400V. Zakup energii oraz dystrybucja w 2025 roku realizowane były na podstawie odrębnych umów. Dystrybucja – z Grupą ENERGA, zakup energii – z Renpro sp. z o.o..

Niepubliczna Szkoła Podstawowa zasilana jest WLZ ze Szkoły Podstawowej nr 2, a rozliczenia energii elektrycznej następują według odczytów 3 podliczników zamontowanych kolejno: w korytarzu pawilonu niskiego, w sekretariacie części zachodniej pawilonu wysokiego oraz w pokoju nauczycielskim części wschodniej pawilonu wysokiego. Układ sieci TN-C.

Szkołę Niepubliczną projektuje się bezpośrednio przyłączyć do sieci elektroenergetycznej ENERGA Operator S.A. – moc przyłączeniowa 40 kW.

Montaż instalacji fotowoltaicznej zaprojektowano na dachu płaskim pawilonu wysokiego.



### **3. Opis techniczny projektowanej inwestycji**

Prace realizować w koordynacji międzybranżowej i w oparciu o kompletną dokumentację projektową obejmującą również pozostałe branże.

#### **3.1. Podstawowe założenia**

Jednym z celów inwestycji jest produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcja emisji CO<sub>2</sub>. Generatorem energii elektrycznej w przedmiotowej mikroinstalacji są półprzewodnikowe krzemowe ogniwa fotowoltaiczne, które połączone szeregowo oraz równolegle tworzą moduły fotowoltaiczne. Zadaniem modułów fotowoltaicznych jest konwersja energii promieniowania słonecznego na stały prąd elektryczny (DC). Projekt zakłada zastosowanie modułów krzemowych które zostaną zamocowane na konstrukcji nośnej.

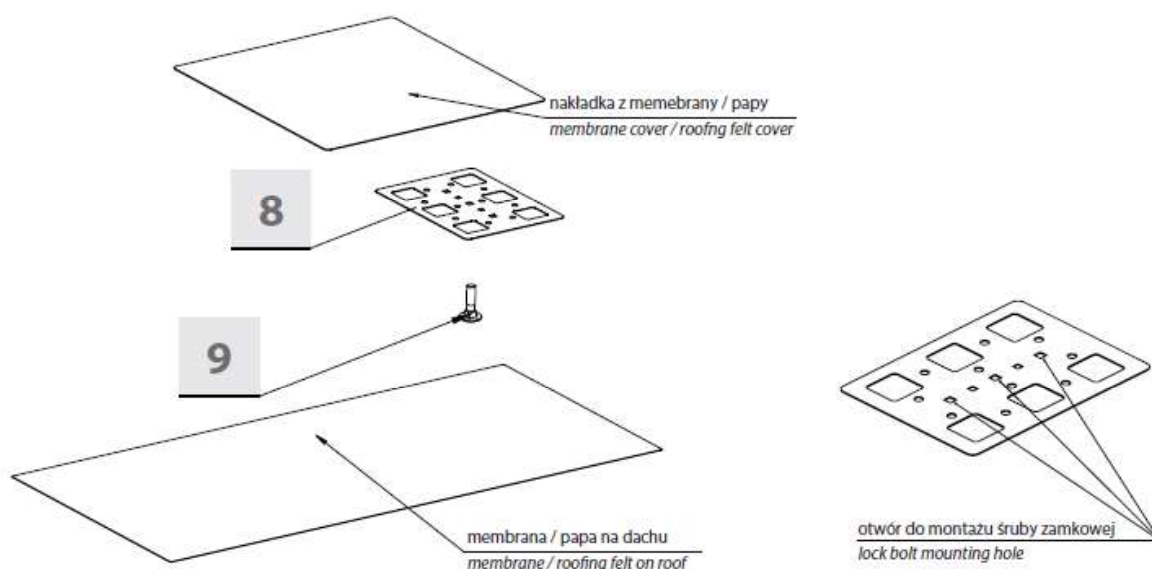
Przedmiotowa instalacja składać się będzie z 40 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 500 Wp. Moc instalacji wyniesie 20 kWp. Dopuszcza się zastosowanie innej mocy jednostkowej i ilości modułów PV, przy zachowaniu mocy pojedynczej instalacji w przedziale od 19,8 kWp do 20,25 kWp oraz braku negatywnego wpływu na uzysk energetyczny. Moduły zostaną połączone szeregowo w łańcuchy a następnie przyłączone do hybrydowego inwertera fotowoltaicznego. Inwertera przetwarza napięcie stałe na przemienne AC 230/400V o częstotliwości 50 Hz automatycznie synchronizując je z napięciem sieci energetycznej dystrybutora. Głównym zadaniem instalacji jest zaspokajanie potrzeb własnych obiektu na energię elektryczną, przynosząc Inwestorowi oszczędności finansowe.

Poszczególne sekcje modułów fotowoltaicznych należy przyłączyć do rozdzielnic zbiorczych, a następnie podłączyć do wewnętrznej sieci obiektu w budynku.

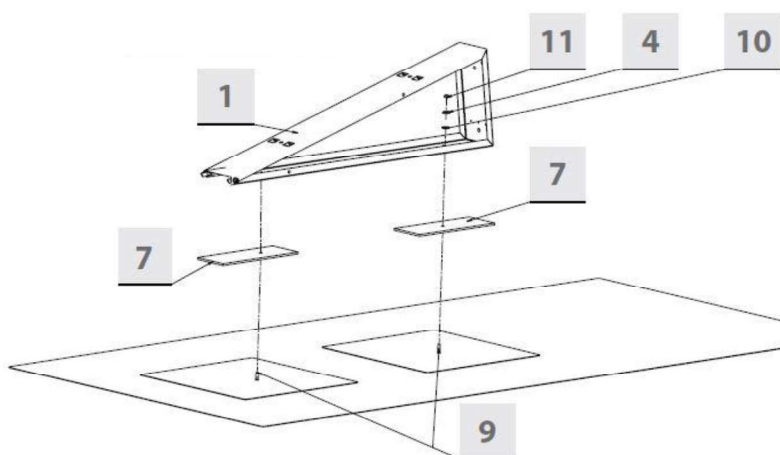
#### **3.2. Opis systemowej konstrukcji montażowej**

Ze względu na projektowaną wymianę pokrycia dachowego na membranę, przyjęto konstrukcję montażową zgrzewaną (klejoną do pokrycia dachowego) o kącie nachylenia 15°.

**Konstrukcja montażowa (klejona)** modułów fotowoltaicznych składać się będzie ze wsporników trójkątnych 15°, płyt montażowych, zatrzasków wciskanych i wiatrownicy. Płytę montażową oraz śrubę zamkową należy zamocować pod nakładką z membrany, a następnie całość zgrzać z pokryciem dachowym.



Następnie należy złożyć wsporniki trójkątne i przymocować je za pomocą śrub zamkowych. Zastosować izolację gumową. Do ramy modułów PV zamocować zatrzaski wciskane, a następnie osadzić moduły na zamontowanych wspornikach.



Na koniec należy przymocować do konstrukcji wiatrownice. Montaż przeprowadzić zgodnie z instrukcją montażu producenta konstrukcji oraz modułów PV.



*Przykładowa konstrukcja montażowa modułów PV - montaż bezinwazyjny*

### 3.3. Generator fotowoltaiczny – moduły PV

Generator fotowoltaiczny składać się będzie z 40 szt. modułów zbudowanych z krzemu monokrystalicznego o mocy 500 Wp każdy, co daje łączną moc układu równą 20 kWp.

#### *Parametry techniczne modułów PV – równoważne lub wyższe*

Technologia	Monokrystaliczna
Moc znamionowa	500 Wp
Sprawność	min. 22 %
Napięcie obwodu otwartego	max. 44,25 V DC
Natężenie zwarcia	max. 14,54 A
Maksymalne obciążenie wiatrem	2400 Pa
Maksymalne obciążenie śniegiem	5400 Pa
Waga pojedynczego modułu	max. 27,3 kg
Dioda bocznikująca	Wbudowana
Puszka przyłączeniowa	IP68
Typ złącza kablowego	MC4 lub kompatybilny
Gwarancja na produkt	12 lat
Wydajność na koniec 30-stego roku użytkowania	min. 85%

Układ modułów PV montować na systemowej konstrukcji montażowej na dachu budynku, zgodnie z częścią rysunkową oraz zał. 1 „Analiza instalacji PV”.

### 3.4. Inwerter

System przetwarzania prądu stałego na przemienny zaprojektowano w oparciu o hybrydowy inwerter (falownik) fotowoltaiczny, beztransformatorowy, 3-fazowy z wbudowaną blokadą pracy wyspowej. Parametry techniczne inwertera:

#### *Parametry techniczne inwertera – równoważne lub wyższe*

Nazwa parametru	Wartość
Moc znamionowa AC	15 kW
Prąd AC wyjściowy	max. 24A
Typ	Beztransformatorowy
Liczba zasilanych faz	3
Sprawność euro	min. 98,0%
Funkcja detekcji łuku elektrycznego	Tak
Stopień ochrony	IP 66
Współczynnik zakłóceń harmoniczných prądu	≤ 3%
Certyfikat zgodności z NC RfG	Tak
Sposób komunikacji	RS485 lub Wi-fi lub Ethernet
Kontrola rezystancji izolacji po stronie DC	Tak

Montaż inwertera przewiduje się **na zewnątrz**, przy wschodniej elewacji pawilonu wysokiego. Instalację urządzeń wykonać zgodnie z instrukcjami i zaleceniami producenta, stosując uchwyty montażowe dołączone do urządzeń oraz zachowując odległości separacyjne oraz zapewniając swobodną wentylację urządzeń. Nie dopuszcza się składowania w pobliżu materiałów palnych.

### **3.5. Magazyn energii**

W ramach inwestycji projektuje się instalację magazynu energii, którego celem będzie magazynowanie nadwyżki produkowanej energii elektrycznej z instalacji PV w stosunku do bieżącego zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną. Energia elektryczna z magazynu będzie optymalizować autokonsumpcję energii i pokrywać część zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną w godzinach mniejszej wydajności paneli słonecznych. Magazyn energii został dobrany za pomocą środowiska programowego PV\*SOL oraz niezbędnych danych takich jak miesięczne zużycie energii elektrycznej.

System magazynowania energii składa się z następujących elementów:

1. Magazyny energii – baterie o łącznej pojemności 15 kWh z wbudowanym systemem BMS;
2. Inwerter hybrydowy - kompatybilny z magazynami energii;
3. Licznik typu smart meter, który będzie dokonywać pomiarów prądów, napięć oraz mocy pobieranej przez Odbiorcę w punkcie przyłączenia do OSD.

Montaż magazynu energii przewiduje się na zewnątrz, przy inwerterze. Instalację urządzeń wykonać zgodnie z instrukcjami i zaleceniami producenta, stosując uchwyty montażowe dołączone do urządzeń oraz zachowując odległości separacyjne oraz zapewniając swobodną wentylację urządzeń.

Inwerter i magazyn energii obudować, stosując do tego celu modułowe obudowy do klimatyzatorów lub pomp ciepła.

### **3.6. Rozdzielnie elektryczne RPV-SPD**

Dla trasy  $DC > 10m$ , zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w dodatkowych modułowych rozdzielnicach elektrycznych IP 65, montowanych pod konstrukcją paneli na dachu. Rozdzielnice wyposażać w ogranicznik przepięć DC typu 1+2 - na każdy łańcuch PV.

### **3.7. Rozdzielnia elektryczna RPV-DC**

Obok inwerterów należy zabudować rozdzielnice DC, modułowe, IP 65, wyposażone w zabezpieczenia elektryczne strony stałoprądowej generatora PV. Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w modułowej rozdzielnicy elektrycznej IP65 2x12.

Każdy łańcuch fotowoltaiczny należy zabezpieczyć przed zwarcie, stosując podstawy rozłączalne dedykowane dla fotowoltaiki min. 1000V DC z wkładką topikową gPV 10x38 16A. Stosować podstawy rozłączalne dwupolowe 2P, zabezpieczające wkładką topikową biegun dodatni oraz ujemny. Jako ochronę przeciwprzepięciową zastosować ogranicznik przepięć DC typu 1+2 - na każdy łańcuch PV.

### **3.8. Rozdzielnia elektryczna RPV-AC**

Zabezpieczenia generatora fotowoltaicznego należy zainstalować w modułowej rozdzielnicy elektrycznej IP 65. Rozdzielnicę należy zlokalizować w sąsiedztwie inwertera. Rozdzielnicę wyposażać w: wyłącznik nadmiarowo-prądowy typu S303 charakterystyka B, ogranicznik przepięć AC typu 1+2 ( $U_p \leq 1,2 kV$ ).

### **3.9. Trasy kablowe DC**

Połączenia między modułami fotowoltaicznymi a falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II, odpornych na działanie warunków atmosferycznych, zmiennych temperatur oraz promieniowania UV. Połączenia kabli wykonać ze złączek MC4 żeńskich i męskich, odpornych na zmienne warunki atmosferyczne i temperatury, posiadających odpowiednie certyfikaty oraz pochodzących od jednego producenta.

Trasy kablowe prowadzić wzdłuż rzędów modułów, mocując kable do konstrukcji wsporczej instalacji lub ramek modułów przy pomocy opasek zaciskowych odpornych na warunki zewnętrzne i UV. Mocowanie tras kablowych wykonywać co ok 50 cm. Do mocowania przewodów należy wykorzystać opaski kablowe wykonane ze stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznego, przy czym przy zastosowaniu opasek kablowych z tworzywa sztucznego powinny być one wykonane z materiału odpornego na UV. W przypadku opasek kablowych z tworzywa sztucznego zaleca się stosowanie dwóch opasek na jedno mocowanie. Kable nie powinny także podlegać naprężeniom. Kable powinny być zawsze ułożone z zapasem od 1% do 2% w zależności od miejsca i sposobu ułożenia. Należy unikać gięcia przewodów i kabli pod małymi promieniami. Stosować promień gięcia zgodnie z instrukcją producenta.

Aby uniknąć występowania indukowanego pola elektrycznego powstającego na skutek przepływu prądu stałego w obwodzie, po stronie modułów fotowoltaicznych należy prowadzić wzdłuż blisko siebie przewody o biegunie dodatnim i ujemnym.

Kable DC na dachu i elewacji prowadzić w korytkach stalowych przeznaczonych do stosowania zewnętrznego.

Przebieg tras kablowych zgodnie z załącznikiem graficznym.

### **3.10. Trasy kablowe AC**

Energia elektryczna produkowana poprzez generator fotowoltaiczny przesyłana będzie WLZ z inwertera, przez rozdzielnię RPV-AC do Złącza Kablowego budynku pawilonu wysokiego (ZK-PW). Trasę kablową AC prowadzić w gruncie do, projektowanego obok inwertera, złącza kablowego.

### **3.11. Przyłączenie instalacji do wewnętrznej sieci elektrycznej obiektu**

Instalację PV należy przyłączyć do projektowanego Złącza Kablowego ZK-PW przy wschodniej elewacji pawilonu wysokiego.

Na obiekcie nie stwierdzono zainstalowanego awaryjnego źródła zasilania. W przypadku rozbudowy obiektu o awaryjne źródło zasilania np. agregat prądotwórczy, instalację PV należy przyłączyć od strony zasilania sieciowego, uniemożliwiając jednoczesną pracę agregatu i instalacji fotowoltaicznej.

**Nie dopuszcza się jednoczesnej pracy agregatu prądotwórczego i instalacji PV.  
Przed załączeniem agregatu należy wyłączyć instalację PV.**



### 3.12. Ochrona ppoż.

Zgodnie z nowelizacją ustawy o Prawie budowlanym z dnia 19 września 2020 roku, instalacja fotowoltaiczna o mocy większej niż 6,5 kWp wymaga uzgodnienia z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. (Dz.U. z 2019 r. poz.1372 i 1518).

Dla budynku pawilonu niskiego i wysokiego projektuje się osobne **główne przeciwpożarowe wyłączniki prądu**, które zapewnią wyłączenie dopływu prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. Przy wejściu głównym do każdego z budynków zamontować przycisk przeciwpożarowego wyłącznika prądu i odpowiednio oznakować.

Zastosować PWP dopuszczony do użytku, np. z certyfikatem CNBOP.

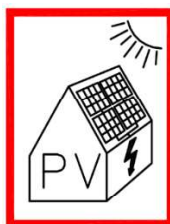
Jako ochronę przeciwpożarową w związku z projektowaną budową instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku, zastosowano montaż inwertera wraz z magazynem energii na zewnątrz budynku, tak aby przewody solarne, pozostające pod napięciem w przypadku wystąpienia anomalii, nie przechodziły przez wnętrze budynku.

#### **Przygotowanie obiektu i terenu do prowadzenia działań ratowniczo - gaśniczych**

Instalacja fotowoltaiczna nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej budynku w odniesieniu do zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru jak i w odniesieniu do drogi pożarowej.

#### **UWAGA!**

Dokumentacja powykonawcza, sporządzona po wykonaniu instalacji PV powinna zostać zaopiniowana przez rzeczoznawcę ds. zabezpieczeń ppoż.



#### **INSTALACJĘ OZNAKOWAĆ**

ZGODNIE Z PN-HD 60364-7-712

- w złączu instalacji elektrycznej
- w miejscu pomiaru jeśli jest poza złączem
- w tablicy zasilającej falownik

### 3.13. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim zapewniona poprzez izolacje przewodów oraz obudowy i skrzynki rozdzielcze. Połączenia między modułami fotowoltaicznymi z falownikiem wykonać należy przy użyciu kabli fotowoltaicznych z podwójną izolacją, klasa ochrony II, moduły fotowoltaiczne oraz rozdzielnice zgodnie z kartami katalogowymi o II klasie ochronności.

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim zapewniona poprzez połączenia uziemiające rozdzielni fotowoltaicznych i komponentów instalacji PV oraz samoczynne wyłączenia zasilania. Ochrona przed porażeniem oraz czas zadziałania zabezpieczeń zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41. Inwerter wyposażony we wbudowane urządzenie monitorujące stan izolacji RCMU. W przypadku wystąpienia prądów różnicowych następuje odłączenie falownika od zasilania sieciowego.

### **3.14. Ochrona odgromowa i uziemienie systemu**

Podczas wizji stwierdzono, że budynek pawilonu wysokiego został wyposażony w instalację ochrony odgromowej, jednak w wyniku projektowanych prac dociepleniowych instalację LPS na poziomie dachu należy wykonać na nowo. Na budynku pawilonu niskiego brak instalacji ochrony odgromowej – należy wykonać.

Przeprowadzono analizę ryzyka szkód piorunowych. Zgodnie z poniższym wynikiem, obiekty wymagają zastosowania ochrony w klasie IV oraz ochrony przepięciowej. Projektowana instalacja PV zostanie wyposażona w ograniczniki przepięć T1+2 po stronie DC i AC.

Uziemienie modułów fotowoltaicznych zapewnić poprzez 4 punkty mocujące – klemy aluminiowe – zapewniające odpowiedni kontakt pomiędzy ramką modułu a konstrukcją nośną. Należy wykonać połączenie wyrównawcze konstrukcji nośnej modułów z instalacją ochrony odgromowej przewodem LgY 16mm<sup>2</sup>. Instalację wyposażać w ograniczniki przepięć po stronie DC i AC, i uziemić do szyny wyrównawczej (SW-PV), montowanej przy RPV-AC. SW-PV uziemić uziomem wbijanym szpilkowym, pograżanym na zewnątrz budynku. Rezystancja uziemienia powinna spełniać warunek  $R < 10\Omega$ . Uziom wyposażać w skrzynkę probierczą montowaną z poziomem gruntu.

### **3.15. System monitoringu instalacji PV**

Instalacja zostanie wyposażona w system automatycznie monitorujący pracę falowników, informujący o osiąganym uzysku energetycznym oraz o poprawności pracy instalacji. Monitoring oraz transmisja danych do portalu dostarczanego przez producenta zostanie zapewniona poprzez moduł komunikacyjny wbudowany w inwerter. W przypadku braku możliwości połączenia z siecią Wi-Fi lub Ethernet, falownik wyposażać w moduł komunikacyjny GSM. Zapewnienie dostępu do sieci Internet po stronie Inwestora. Pierwsza konfiguracja z siecią Internet po stronie Wykonawcy.

Monitoring zapewni przesyłanie w czasie rzeczywistym danych takich jak: uzysk energetyczny, parametry elektryczne pracującej instalacji po stronie stało- i zmiennoprądowej oraz będzie informować o awariach i nieprawidłowościach w pracy instalacji. Zgromadzone dane będą archiwizowane i dostępne do późniejszej analizy w portalu producenta inwerterów. Oprogramowanie zapewnia możliwość graficznej prezentacji danych wytwórczych oraz generowania raportów okresowych.

### **3.16. Pomiary elektryczne**

Prace elektroinstalacyjne należy zakańczać stosownymi pomiarami takimi jak: pomiar rezystancji izolacji przewodów, pomiar rezystancji uziemienia, pomiar warunków samoczynnego wyłączenia w wymaganym czasie, próby funkcjonalne.

### **3.17. Zgłoszenie instalacji do OSD**

Po zakończeniu prac instalacyjnych, wykonaniu pomiarów elektrycznych oraz pozytywnym teście rozruchowym instalacji będzie przeprowadzona procedura zgłoszenia instalacji fotowoltaicznej do Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W tym celu Wykonawca w imieniu Inwestora przygotuje aktualne formularze zgłoszeniowe do Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

### **3.18. Analiza uzysku energetycznego i zacielenia**

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacielenia, ponieważ powoduje to zmniejszenie dostępnej energii słonecznej, a w tym samym produkowanej energii elektrycznej. Dopuszczalne zacielenie modułów nie powinno przekraczać 3-4% na rok. W szczególnych przypadkach jest to dozwolone, zwykle w systemach z zastosowaniem mikroinwerterów lub optymalizatorów mocy. Analizę uzysku energetycznego oraz zacielenia powierzchni modułów wykonano przy użyciu symulacji komputerowej. Analiza stanowi załącznik do niniejszego projektu.

Użytkownik systemu zobowiązany jest do kontrolowania otoczenia mogącego zacielenić moduły PV (np. pielęgnacja okolicznego drzewostanu – zwłaszcza od strony południowej, montaż dodatkowych urządzeń np. anten w sposób nie wpływający na pracę modułów PV).

Symulację uzysku energetycznego przeprowadzono z wykorzystaniem programu PV\*SOL. Opracowanie przedstawia szacunkową wartość wyprodukowanej energii elektrycznej. Rzeczywista produkcja instalacji fotowoltaicznej może się różnić od tej przedstawionej w opracowaniu.



## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1. Strona DC

Wymaganą średnicę przewodu obliczono za pomocą równania:

$$A = \frac{P \cdot l}{U^2 \cdot \Delta\% \cdot \gamma} = \frac{14 \cdot 500 \cdot 30}{(14 \cdot 36,91)^2 \cdot 1 \cdot 58} \cdot 100\% = 1,36 \text{ mm}^2$$

gdzie:

- A - przekrój przewodu [mm<sup>2</sup>]
- P - moc obwodu [W]
- l - długość obwodu [m]
- U - napięcie obwodu [V]
- γ - przewodność właściwa, dla miedzi 58m/Ω·mm<sup>2</sup>
- Δ% - dopuszczalna strata na przewodach

Obliczenia przeprowadzono dla najbardziej obciążonego łańcucha. Przyjęto maksymalną dopuszczalną stratę na przewodach Δ = 1%.

Dobrano przewód solarny o przekroju 6 mm<sup>2</sup>.

### 4.2. Strona AC

Obliczenia doboru zabezpieczenia dla inwertera 15 kW:

$$I_B = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot U_n} = \frac{16500}{\sqrt{3} \cdot 0,94 \cdot 400} = 25,3 \text{ A}$$

$$I_n \geq 1,15 \cdot I_B = 29,14 \text{ A}$$

Wybrano **wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3P B32**, do montażu przy inwerterze.

Obliczanie minimalnego przekroju kabla zasilającego inwerter 15 kW ze względu na prąd obciążenia:

$$I_B = 25,3 \text{ A}$$

Ze względu na powyższe warunki dobrano przekrój przewodu A = 6 mm<sup>2</sup> (I<sub>z</sub> = 44 A).

Obliczanie dopuszczalnego spadku napięcia przy prądzie znamionowym (przyjęto maksymalną długość trasy l = 2 m):

$$\% = 100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_B \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A \cdot U_n}$$

$$100 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{25,3 \cdot 2 \cdot 0,94}{58 \cdot 6 \cdot 400} = 0,06 \%$$

gdzie:

- I<sub>B</sub> - prąd obciążenia [A]
- l - długość przewodu [m]
- U<sub>n</sub> - napięcie międzyfazowe [V]
- Δ - dopuszczalna strata na przewodach [%]
- γ - konduktywność [m/Ω·mm<sup>2</sup>]

Obliczanie minimalnej długotrwałej obciążalności prądowej przewodu:

$$I_B \leq I_{NB} \leq I_Z$$

$$I_Z \geq \frac{k_2 \cdot I_{NB}}{1,45} = \frac{1,45 \cdot 32}{1,45} = 32 \text{ A}$$

gdzie:

- $I_B$  - prąd obciążenia [A]
- $I_{NB}$  - prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  - minimalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu
- $k_2$  - współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego  
-1,45 wyl. nadprądowy charakterystyka B,C,D  
-1,60 wkładki bezp. gG 20-400A

Ze względu na powyższe warunki dobrano przekrój przewodu miedzianego  $A=6\text{mm}^2$  ( $I_Z=44\text{A}$ ).

Dla zasilenia inwertera dobrano przewód: **N2XH-J 5x6mm<sup>2</sup> RE 0,6/1kV** (kabel energetyczny bezhalogenowy)

## 5. Uwagi końcowe

Wszelkie prace oraz roboty budowlane należy wykonywać zgodnie ze sztuką budowlaną, wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy, polskimi normami i przepisami oraz wytycznymi i zaleceniami producentów stosowanych materiałów. Zastosowane w projekcie materiały, rozwiązania techniczne i urządzenia winny spełniać normy bezpieczeństwa ppoż. i bhp, posiadać stosowne atesty i aprobaty.

Wszelkie zastrzeżone nazwy i znaki towarowe należą do ich prawnych właścicieli i zostały wykorzystane wyłącznie w celach informacyjnych. Użycie nazw własnych materiałów budowlanych ma za zadanie wyznaczenie standardów jakości materiałów budowlanych. Wszelkie zapisy powołujące się na wyroby konkretnych producentów należy rozumieć jako materiał „taki lub równoważny” zachowujący te same parametry jakościowe i techniczne. Materiały i urządzenia stosowane do realizacji inwestycji wymagają akceptacji Inwestora.

Uwagi i opisy zamieszczone w części rysunkowej stanowią integralną część projektu.

Przed przystąpieniem do robót wymiary sprawdzić w terenie.

Wszystkie prace wykonywać w koordynacji międzybranżowej.

## 6. Zestawienie materiałów

*Wszystkie nazwy własne materiałów i producentów podano w celu poglądowym aby określić ogólny standard i zakres projektowanych prac oraz mogą podlegać zmianie. Materiał przed zakupem należy przedłożyć Inwestorowi do zatwierdzenia.*

Lp.	Nazwa	Model	Ilość [szt]
1	Systemowa konstrukcja montażowa modułów fotowoltaicznych na dach płaski (klejona/zgrzewana) – kompletna konstrukcja na 40 modułów	Stal ocynkowana oraz aluminium, kąt 15°	1
2	Moduł fotowoltaiczny	500 Wp	40
3	Inwerter	15 kW	1
4	Magazyn energii kompatybilny z inwerterem	15 kWh	1
5	Licznik energii kompatybilny z inwerterem	Smart meter	1
6	Rozłącznik bezpiecznikowy PV	2P 32A 10x38mm	3
7	Wkładka topikowa cylindryczna PV	10x38 gPV 16A/1000V DC	6
8	Ogranicznik przepięć DC typu 1+2	-	6
9	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	3P B32	1
10	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	2P C32	1
11	Ogranicznik przepięć AC typu 1+2	-	1
12	Rozdzielnia elektryczna modułowa DC	IP 65 1x12	1
13	Rozdzielnia elektryczna modułowa DC	IP 65 2x12	1
14	Rozdzielnia elektryczna modułowa AC	IP 65 1x12	1
15	Złącze kabli fotowoltaicznych	MC4	22
16	Szyna wyrównawcza SW-PV	-	1
17	Certyfikowany wyłącznik p.poż. (UU PWP + UW PWP + US PWP)	-	2
18	Obudowa inwertera i magazynu energii	modułowa jak dla klimatyzatora / pompy ciepła	1

Lp.	Typ	Opis	Przekrój	Napięcie U <sub>o</sub> /U	Długość
1	Kabel fotowoltaiczny	Kabel Solarny	1x6mm <sup>2</sup>	1,0/1,5 kV	80 m
2	Kabel N2XH-J RE	Kabel, polietylen	5x6mm <sup>2</sup>	0,6/1 kV	4 m
3	Przewód LgYżo	Przewód, polwinit	1x16mm <sup>2</sup>	0,6/1 kV	100 m
4	Kabel UTP	Przewód teleinformatyczny	4x2x0,5mm <sup>2</sup>	-	40 m
5	Korytka stalowe	Zewnętrzne	-	-	40 m

## 7. Schematy i rysunki

<i>LP.</i>	<i>Nazwa rysunku / załącznika</i>	<i>Nr rys. / zał.</i>
1	Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 20 kWp	PV-1
3	Analiza instalacji PV	Zał. nr 1



## **ZAŁĄCZNIK nr 1**

**Niepubliczna Szkoła Podstawowa  
im. T. Kościuszki w Jarocinie**

ul. Tadeusza Kościuszki 25,  
63-200 Jarocin

**Nr klienta:** 14/2025

**Tytuł projektu:** Mikroinstalacja fotowoltaiczna

## Analiza instalacji PV

### Adres instalacji

ul. Tadeusza Kościuszki 25,  
63-200 Jarocin



### **UWAGA:**

Symulację uzysku energetycznego przeprowadzono z wykorzystaniem programu PVSol. Opracowanie przedstawia szacunkową wartość wyprodukowanej energii elektrycznej. Rzeczywista produkcja instalacji fotowoltaicznej może się różnić od tej przedstawionej w opracowaniu.

Beneficjent jest zobowiązany do doglądania otoczenia i minimalizowania jego wpływu na wydajność instalacji PV (np. systematyczna przycinka drzewostanu, montaż urządzeń na dachu i przed budynkiem w sposób, który nie zwiększa zacielenia instalacji PV).

Na dachu pawilonu wysokiego - konstrukcja wsporcza paneli fotowoltaicznych o nachyleniu 15 stopni.

Mgr inż. Kacper Redlicki  
Upr. nr POM/0425/PWBE/21

## Przegląd projektu

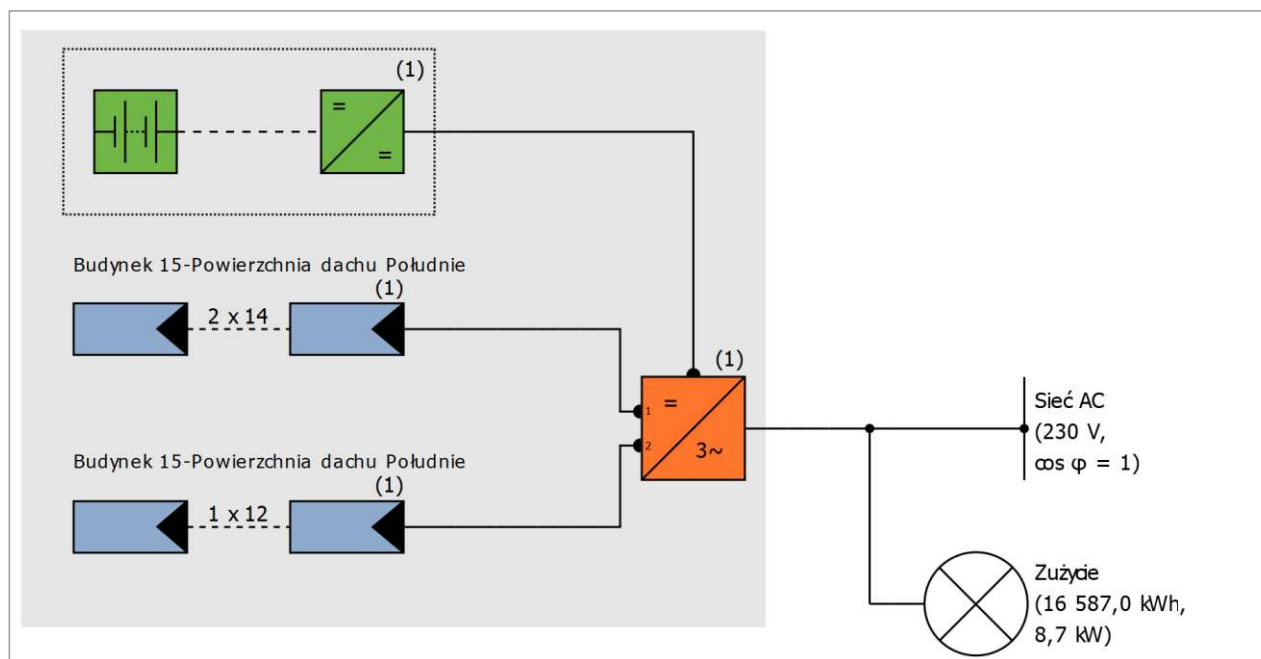


Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

## Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi

Dane klimatyczne	Poznan-lawica, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2
Moc generatora PV	20 kWp
Powierzchnia generatora PV	88,6 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	40
Liczba falowników	1
Liczba systemów akumulatorowych	1



Ilustracja: Schemat instalacji

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.



# Struktura instalacji

## Przegląd

### Dane instalacji

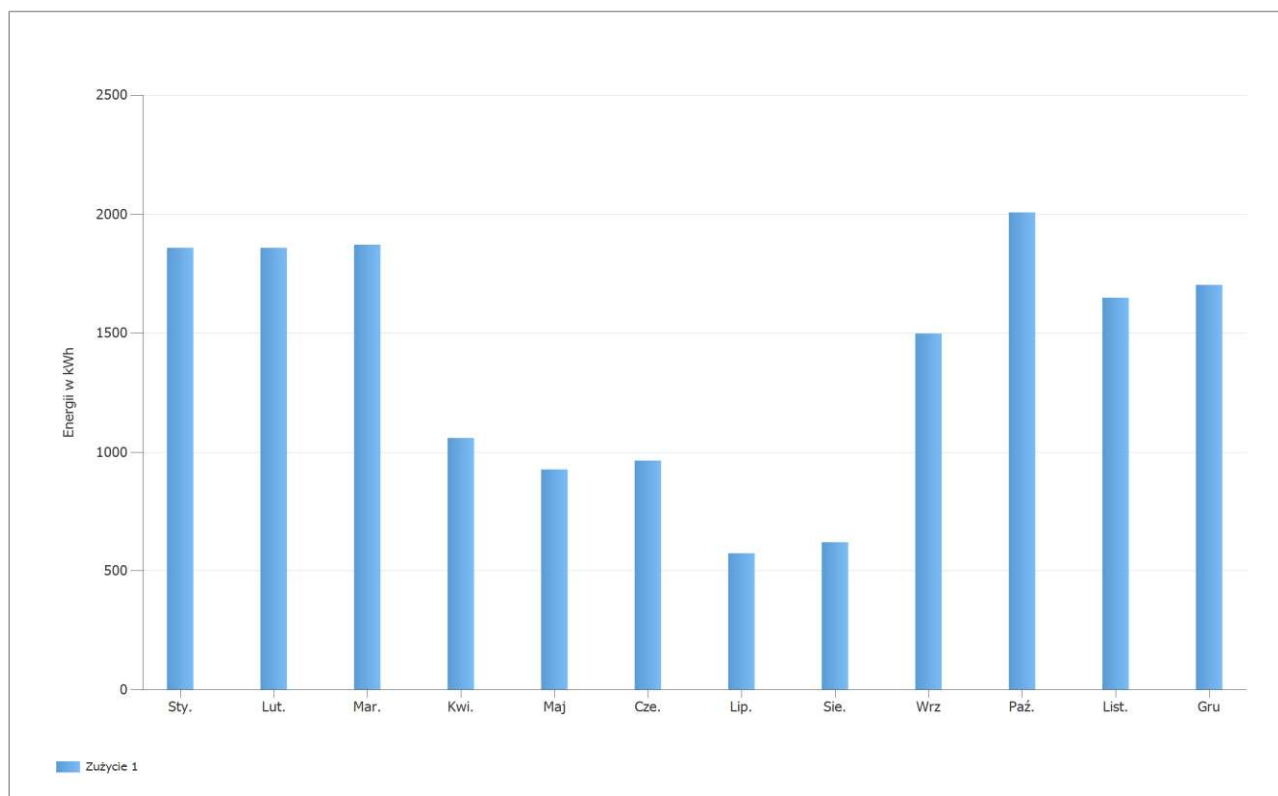
Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi
-------------------	---

### Dane klimatyczne

Lokalizacja	Poznan-lawica, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

### Zużycie

Zużycie całkowite	16587 kWh
pawilon niski	6169 kWh
pawilon wysoki	10418 kWh
Maksimum obciążenia	8,7 kW



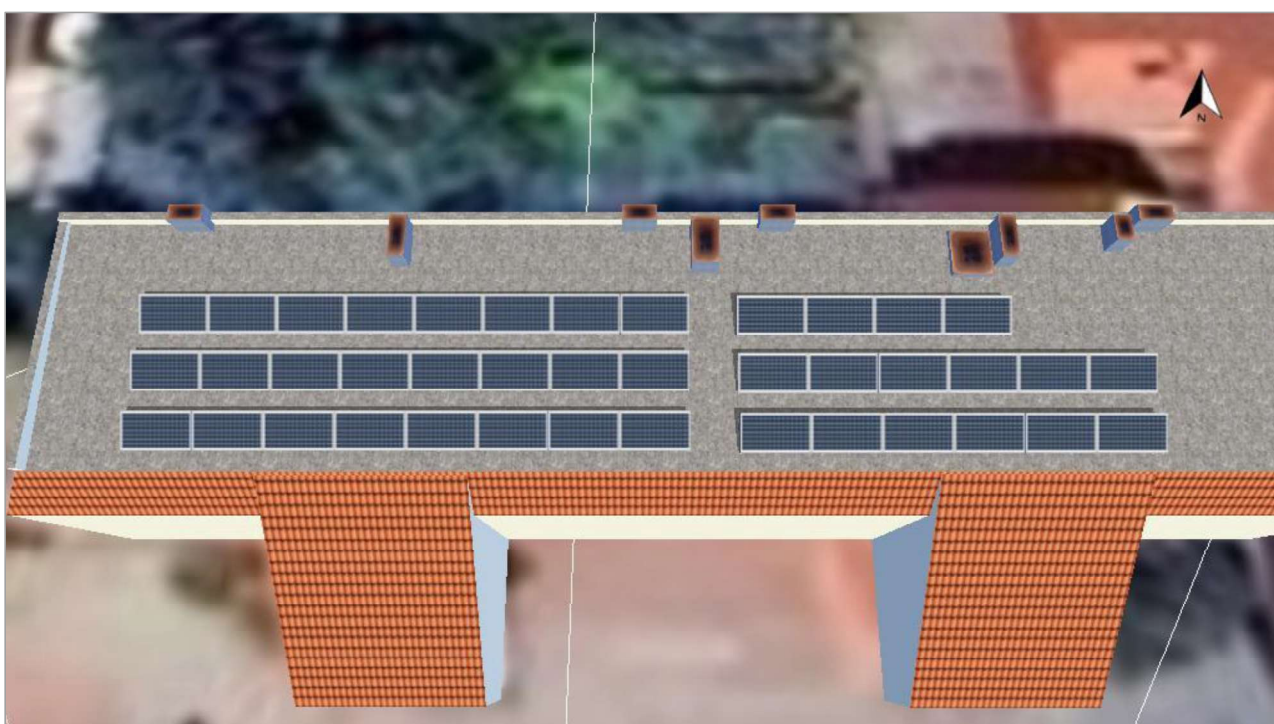
Ilustracja: Zużycie

## Powierzchnie modułów

### 1. Powierzchnię modułu - Budynek 15-Powierzchnia dachu Południe

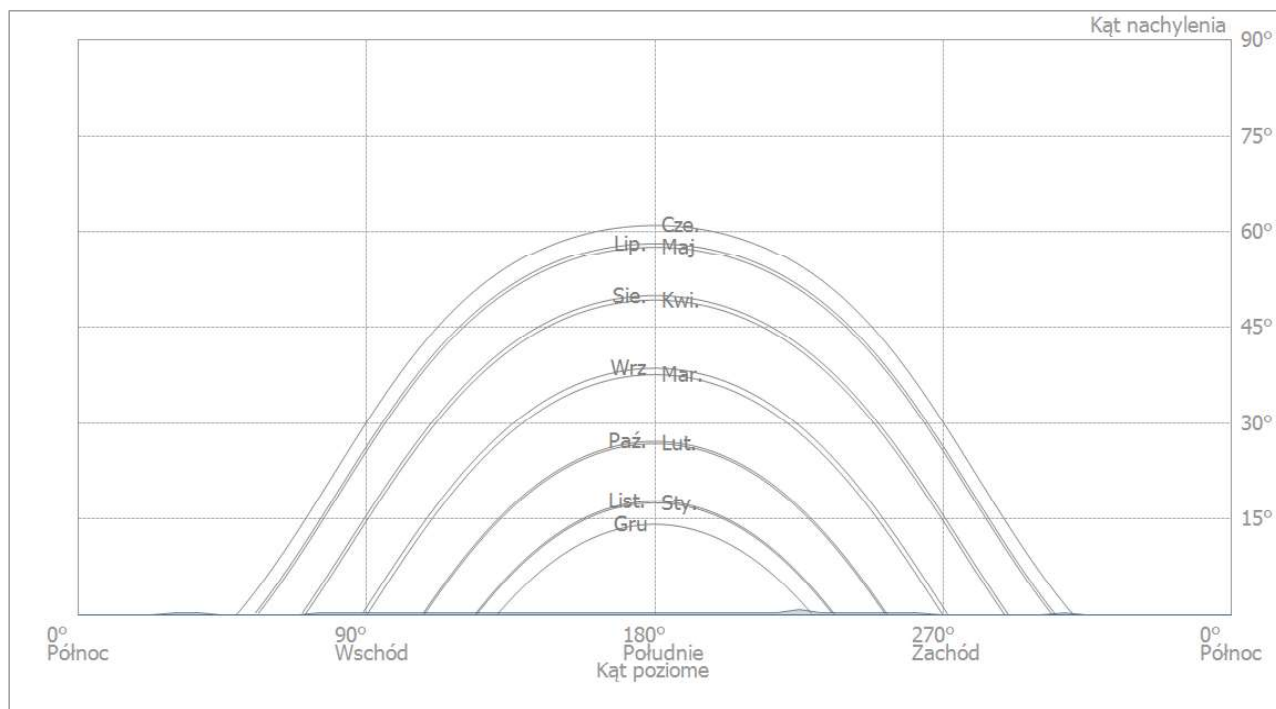
#### Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - Budynek 15-Powierzchnia dachu Południe

Nazwa	Budynek 15-Powierzchnia dachu Południe
Moduły PV	40 x 500 Wp
Nachylenie	17 °
Orientacja	Południe 179 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	88,6 m <sup>2</sup>



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Budynek 15-Powierzchnia dachu Południe

## Linia poziome, Projektowanie 3D



Ilustracja: Horyzont (Projektowanie 3D)

## Konfigurację falownika

### Konfiguracja 1

Powierzchnię modułu	Budynek 15-Powierzchnia dachu Południe
Falownik 1	
Model	15 kW
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	133,3 %
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 14 MPP 2: 1 x 12

## Sieć AC

### Sieć AC

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

## Systemy akumulatorowe

### System akumulatorowe - pawilon wysoki

Model	inwerter 15 kW + magazyn 15 kWh
Falowniki do ładowania akumulatora	
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Moc znamionowa	5 kW
Akumulator	
Liczba	3
Energia akumulatorów	15 kWh
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy

## Wyniki symulacji

### Wyniki Cała instalacja

#### Instalacja PV

Moc generatora PV	20,00 kWp
Spec. uzysk roczny	1 082,92 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	85,48 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	5,5 %
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem	21 448 kWh/Rok
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	9 716 kWh/Rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/Rok
Energia oddana do sieci	11 732 kWh/Rok
Udział konsumpcja własna energii	45,3 %
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	9 961 kg / rok

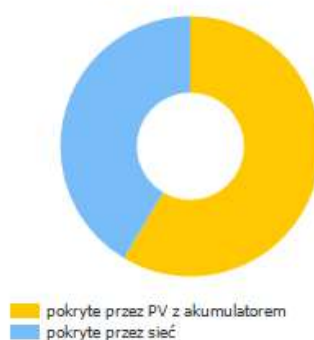
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem



#### Urządzenie

Urządzenie	16 587 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	14 kWh/Rok
Zużycie całkowite	16 601 kWh/Rok
pokryte przez PV z akumulatorem	9 716 kWh/Rok
pokryte przez sieć	6 885 kWh/Rok
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	58,5 %

Zużycie całkowite



#### System akumulatorowe

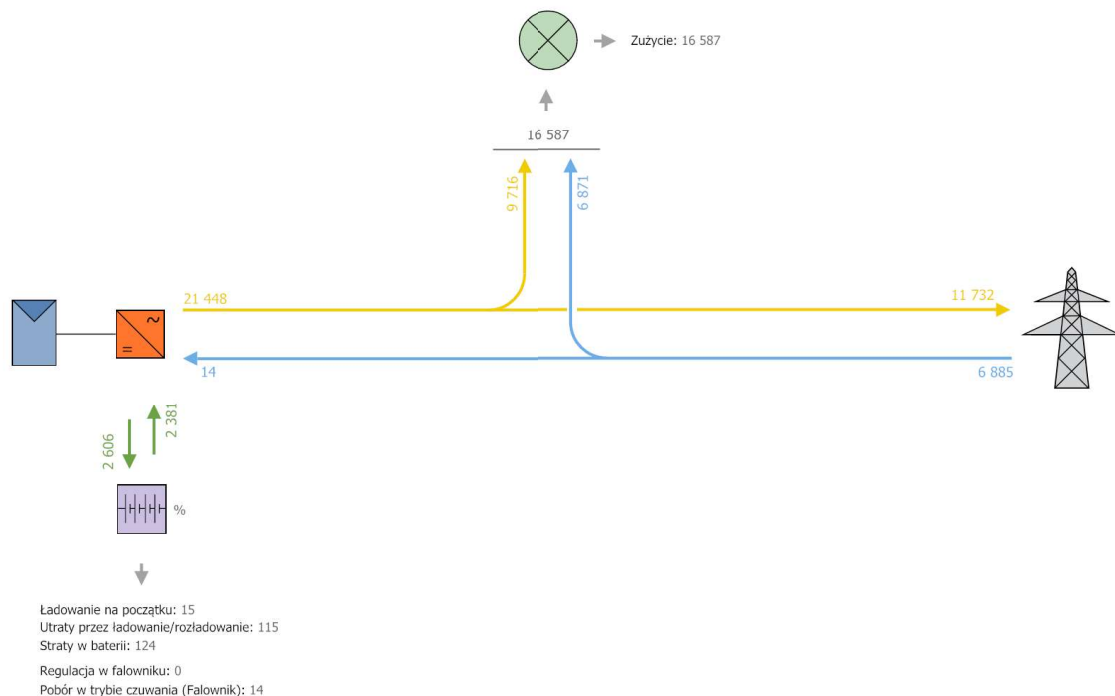
Ładowanie na początku	15 kWh
Ładowanie akumulatora (Instalacja PV)	2 606 kWh/Rok
Energia akumulatora do pokrycia zużycia	2 381 kWh/Rok
Rozładowanie akumulatora do sieci	0 kWh/Rok
Utraty przez ładowanie/rozładowanie	115 kWh/Rok
Straty w baterii	124 kWh/Rok
Obciążenie cykliczne	3,7 %
Okres trwałości eksploatacyjnej	>20 Lata

#### Stopień samowystarczalności

Zużycie całkowite	16 601 kWh/Rok
pokryte przez sieć	6 885 kWh/Rok
Stopień samowystarczalności	58,5 %

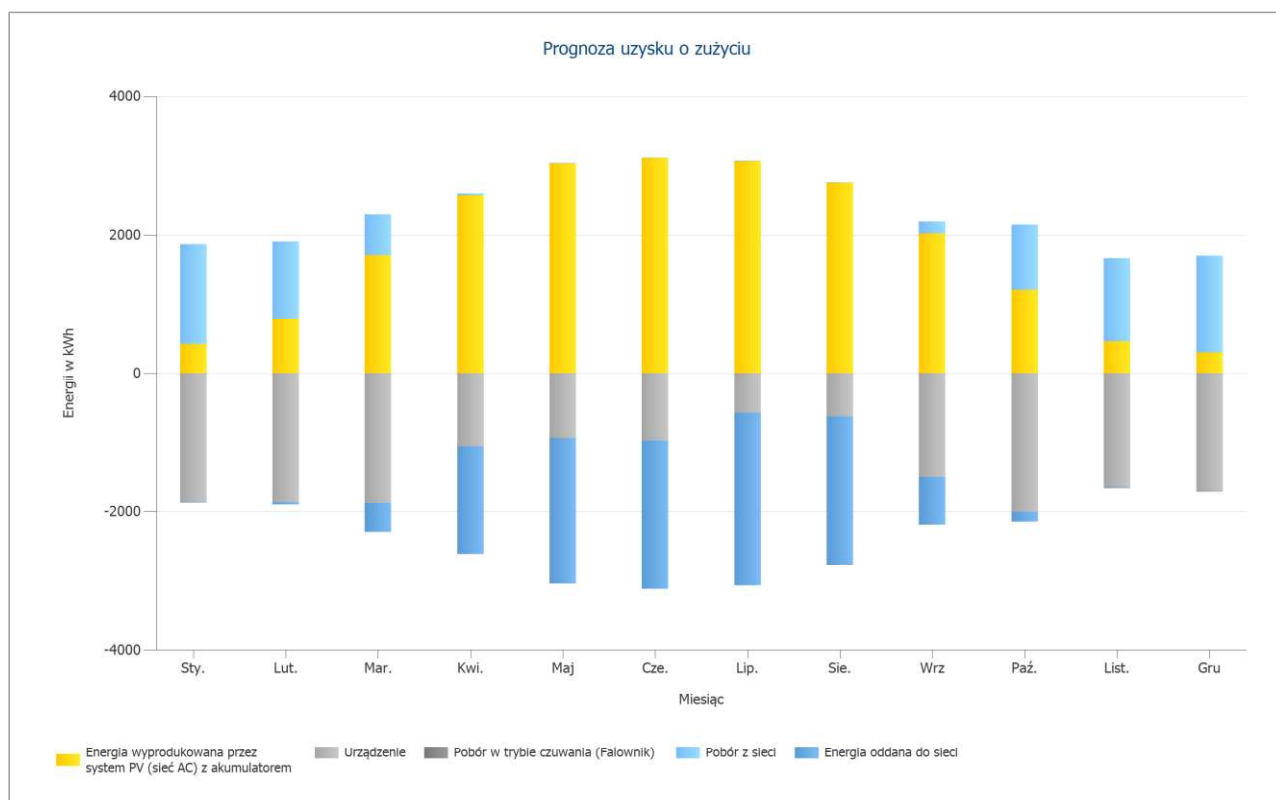
### Schemat przepływu energii

Projekt: Mikroinstalacja fotowoltaiczna

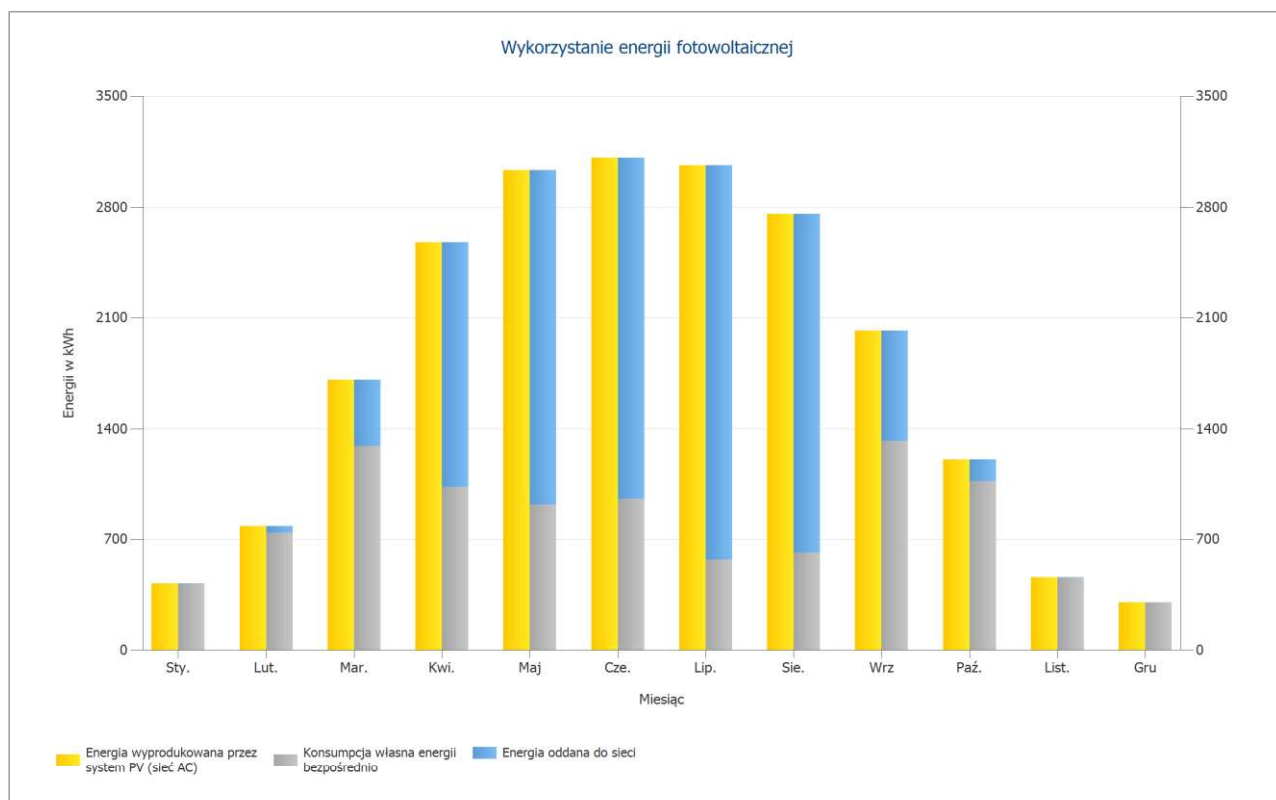


Wszystkie wartości w kWh  
Z uwagi na zaokrąglenie sum mogą wystąpić małe odchylenia  
created with PV\*SOL

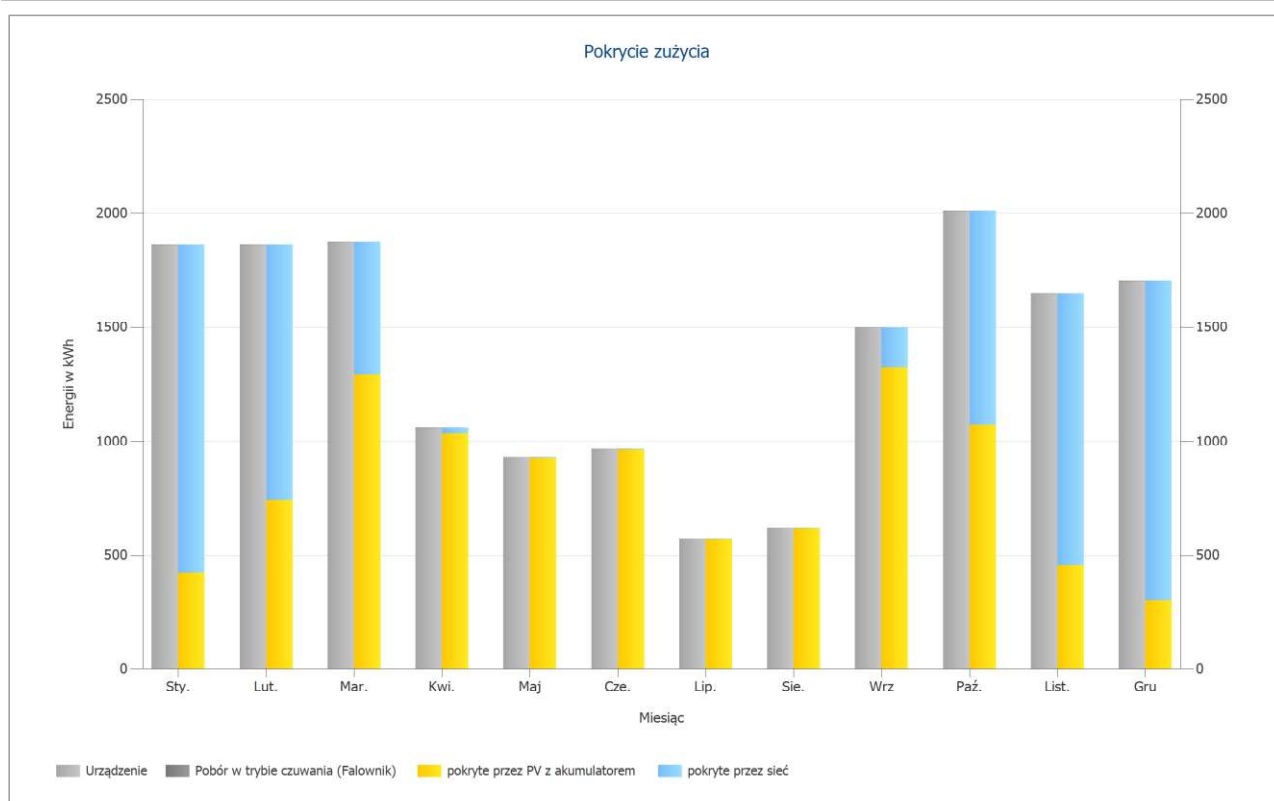
Ilustracja: Przepływ energii



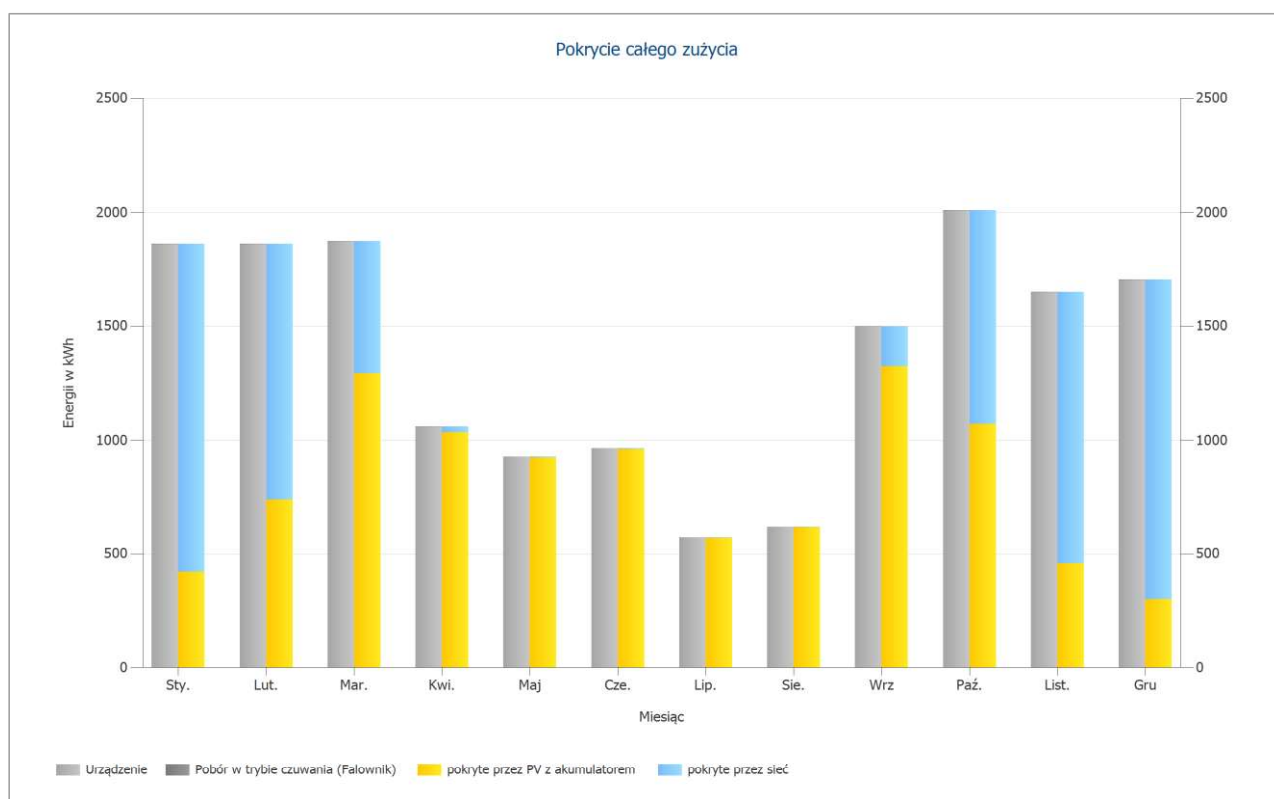
Ilustracja: Prognoza uzysku o zużyciu



Ilustracja: Wykorzystanie energii fotowoltaicznej



Ilustracja: Pokrycie zużycia



Ilustracja: Pokrycie całego zużycia



## Bilans energetyczny instalacji PV

### Bilans energetyczny instalacji PV

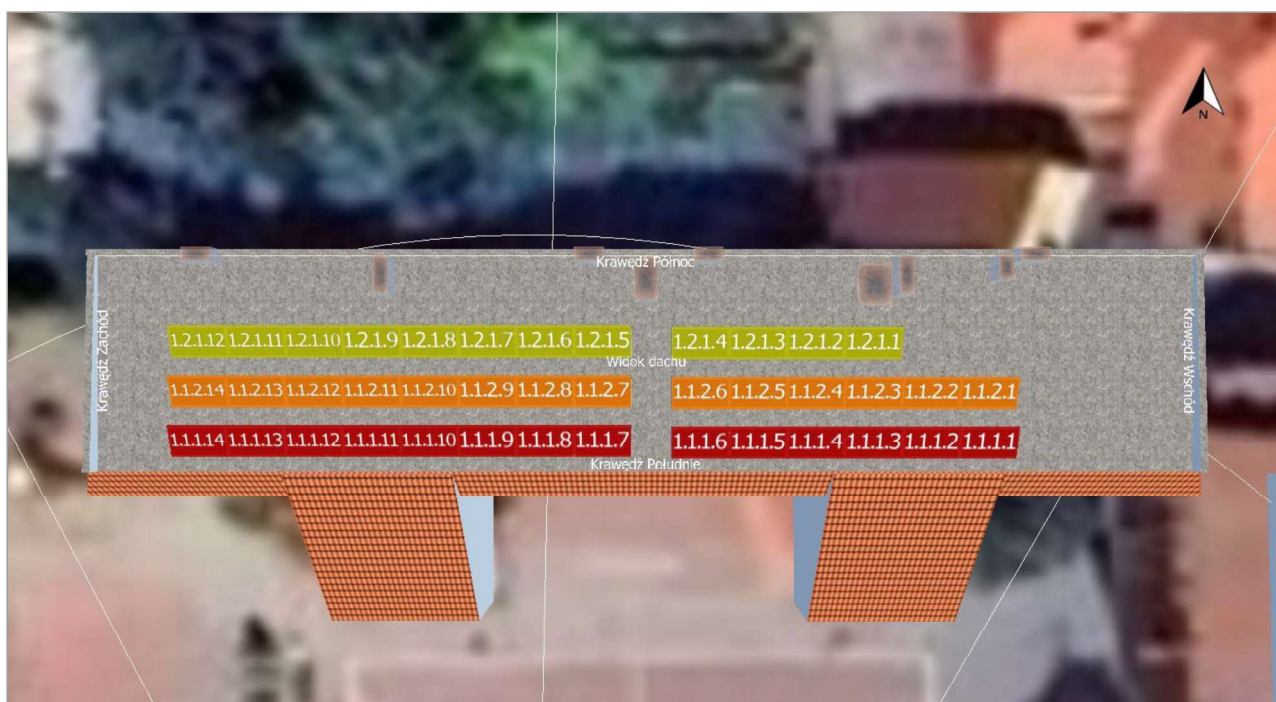
<b>Promieniowanie globalne, poziomo</b>	<b>1 105,85 kWh/m<sup>2</sup></b>	
Odchylenie od standardowego widma	-11,06 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	4,78 kWh/m <sup>2</sup>	0,44 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	122,60 kWh/m <sup>2</sup>	11,15 %
Zacienienie niezależne od modułu	-8,82 kWh/m <sup>2</sup>	-0,72 %
Odbicia na powierzchni modułu	0,00 kWh/m <sup>2</sup>	0,00 %
Natężenie promieniowania na tylnej części modułu	53,19 kWh/m <sup>2</sup>	4,38 %
<b>Globalne nasłonecznienie na moduł</b>	<b>1 266,54 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	1 266,54 kWh/m <sup>2</sup>	
	x 88,588 m <sup>2</sup>	
	= 112 200,58 kWh	
<b>Globalne nasłonecznienie PV</b>	<b>112 200,58 kWh</b>	
Dwustronność (80 % irradiancji płaszczyzny tylnej)	-942,12 kWh	-0,84 %
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 22,58 %)	-86 133,75 kWh	-77,42 %
<b>Znamionowa energia PV</b>	<b>25 124,71 kWh</b>	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-863,56 kWh	-3,44 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	113,84 kWh	0,47 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-365,48 kWh	-1,50 %
Diody	-41,69 kWh	-0,17 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-479,36 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-236,32 kWh	-1,01 %
<b>Energia PV (DC) bez regulacji falownika</b>	<b>23 252,14 kWh</b>	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-2,22 kWh	-0,01 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-15,02 kWh	-0,06 %
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	-249,81 kWh	-1,08 %
Adaptacja MPP	-22,99 kWh	-0,10 %
<b>Energia PV (DC)</b>	<b>22 962,11 kWh</b>	
<b>Energia na wejściu falownika</b>	<b>22 962,11 kWh</b>	
Ładowanie zasobnika DC	-2 605,93 kWh	-
Rozładowanie zasobnika DC	2 381,32 kWh	-
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-58,43 kWh	-0,26 %
Konwersja z prądu DC na AC	-568,09 kWh	-2,50 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-13,88 kWh	-0,06 %
Straty całkowite w kablu	-663,33 kWh	-3,00 %
<b>Energia PV (AC) odjęć zużycie podczas czuwania</b>	<b>21 433,78 kWh</b>	
<b>Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)</b>	<b>21 447,66 kWh</b>	

## Zrzuty ekranu, Projektowanie 3D

### Otoczenie



### Konfiguracja



## Zacienienie

