SYSTEMY ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

W6:

ELE 11 EKSPLOATACJA PV -

- Podstawy projektowania instalacji PV
- Dobór urządzeń i zabezpieczeń

Prowadzący:

dr inż. Marcin Michalski

mgr inż. Sebastian Majerski

PODZIAŁ INSTLACJI PV

MIKROINSTALACJE	MAŁE INSTALACJE	MAŁE INSTALACJE	DUŻE INSTALACJE
0-50 kWp	**50-150 kWp**	**50-1000 kWp**	**>1000 kWp**
- Zebranie materiałów i wizja lokalna, - Dobór mocy, urządzeń i komponentów, oferta, - Opracowanie projektu technicznego/koncepcyjnego i uzgodnienia branżowe, - Uzgodnienie PPOŻ, - Zamówienie sprzętu i montaż instalacji PV, - Pomiary i odbiory końcowe, - Zgłoszenie przyłączenia instalacji do OSD.	- Zebranie materiałów i wizja lokalna, - Dobór mocy, urządzeń i komponentów, oferta, - Opracowanie projektu technicznego/koncepcyjnego - Uzyskanie warunków zabudowy lub wypis z MPZP, - Uzyskanie warunków przyłączenia, - Projekt techniczny wykonawczy - Zamówienie sprzętu i prace budowlano montażowe, - Pomiary, odbiory, uruchomienie, odbiory przez OSD.	- Zebranie materiałów i wizja lokalna, - Dobór mocy, urządzeń i komponentów, oferta, - Opracowanie projektu technicznego/koncepcyjnego - Uzyskanie warunków zabudowy lub wypis z MPZP, - Uzyskanie warunków przyłączenia, - Opracowanie projektu budowlanego, uzgodnienia, pozwolenie na budowę, - Zamówienie sprzętu i prace budowlano montażowe, - Pomiary, odbiory, uruchomienie, odbiory OSD.	- Zebranie materiałów i wizja lokalna, - Dobór mocy, urządzeń i komponentów, oferta, - Opracowanie projektu technicznego/koncepcyjnego, - Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, - Uzyskanie warunków zabudowy wypis z MPZP lub zmiana MPZP - Uzyskanie warunków przyłączenia, - Opracowanie projektu budowlanego, uzgodnienia, pozwolenie na budowę, - Zamówienie sprzętu i prace budowlano montażowe, - Uzyskane koncesji na wytwarzanie energii, - Pomiary, odbiory, uruchomienie, odbiory OSD.

WYMOGI DLA MAGAZYNÓW ENERGII

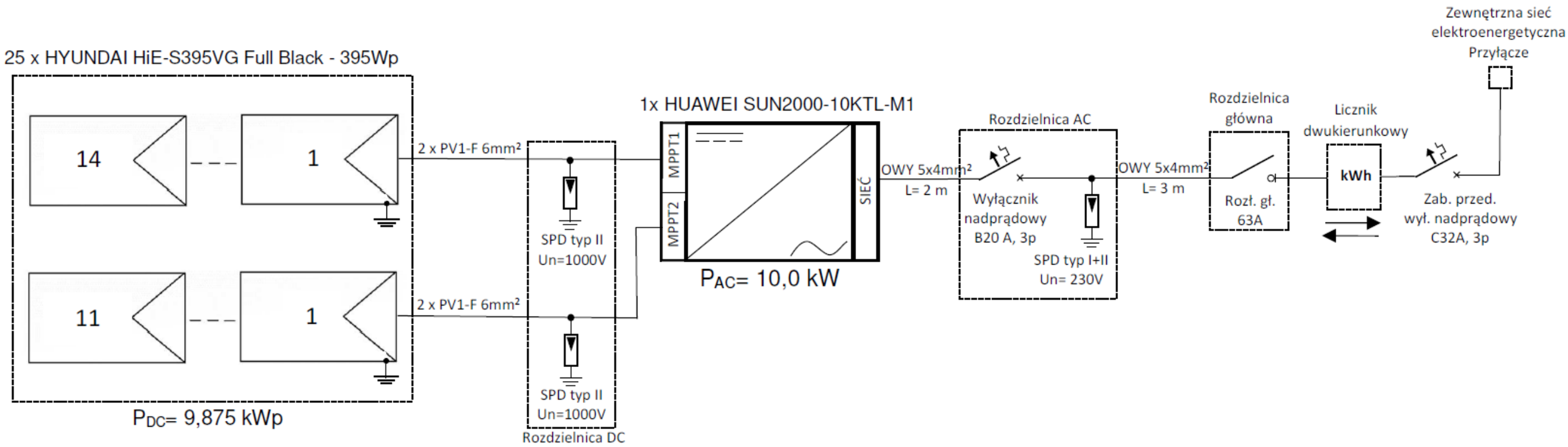
Ustawa z 4 grudnia 2025 r. o zmianie Prawa budowlanego (Dz.U. 2025 poz. 1847), która weszła w życie 7 stycznia 2026 r.

Pojemność (kWh)	Lokalizacja	Obowiązki Dodatkowe	Wymagana Procedura Formalna
≤ 30 kWh	W budynku i Wolnostojący	Wystarczy zgłoszenie do OSD.	Brak formalności
30 – 300 kWh	W budynku	Wymagane uzgodnienia przeciwpożarowe.	Zgłoszenie budowlane
> 300 kWh	W budynku	Pełna procedura administracyjna.	Pozwolenie na Budowę (PnB)
30 – 2000 kWh	Wolnostojący	Powyżej 300 kWh wymagane zawiadomienie PSP.	Zgłoszenie budowlane
> 2000 kWh	Wolnostojący	Pełna procedura administracyjna.	Pozwolenie na Budowę (PnB)



POPRAWNOŚĆ DOBORU INSTALACJI PV

1. Analiza zużycia energii
2. Warunki lokalizacji i montażu
3. Dobór komponentów i parametrów technicznych
- Moduły
- Falownik
- Magazyn energii
- Zabezpieczenia i przewody
4. Aspekty ekonomiczne i eksploatacyjne



ZAKRES DOKUMENTACJI PROJEKTOWEJ INSTLACJI PV

- Opis terenu inwestycji i ogólna charakterystyka terenu,
- Ocena możliwości montażu instalacji,
- Dobór mocy instalacji,
- Dobór poszczególnych elementów instalacji:
  - Moduły fotowoltaiczne
  - Falownik
  - Konstrukcja wsporcza
  - Okablowanie DC i AC
  - Zabezpieczenia
  - Magazyn energii
- Zestawienie dobranych komponentów,
- Symulacja uzysków energetycznych,
- Efekt ekologiczny,
- Analiza zacienienia,
- Rysunki techniczne i wizualizacje rozmieszczenia,
- Schemat elektryczny,

Projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 10,00 kWp na dachu budynku mieszkalnego w miejscowości Wrocław ul. Łukowska 51



MOC INSTALACJI	10,0 kWp
OBIEKT	Budynek mieszkalny jednorodzinny
LOKALIZACJA	ul. Łukowska 51 54-102 Wrocław działka nr ewid. 78/6, obręb 0035 AR_7 Maślice
INWESTOR	

	Rodzaj	Typ	Model/seria	Producent
KOMPONENTY	Moduły fotowoltaiczne	monokrystaliczne PERC, Half Cut	HiE-S400VG Full Black	Hyundai
	Falownik fotowoltaiczny	3-fazowy	SOLAREDGE SE 9K	SolarEdge

1. DANE WEJŚCIOWE

FORMULARZ KONTAKTOWY – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

DANE WYKONAWCY:

DANE KONTAKTOWE:

1. **DANE INWESTORA**

   Imię i nazwisko/firma: .....

   Adres:.....

   Telefon: ....., E-mail: .....

2. **DANE PLANOWANEJ INSTALACJI**

   Adres instalacji: .....

   Planowana moc instalacji PV: .....

   Roczne zuzycie energii elektrycznej:.....

3. **PARAMETRY BUDYNKU**

   Rodzaj instalacji (dach, grunt): .....

   Rodzaj budynku (mieszkalny, gospodarczy, itp) .....

   Rodzaj pokrycia dachowego (blacha, dachówka) .....

   Konstrukcja dachu (drewno, stal, żelbet, inne).....

   Rozstaw krokwi (cm): .....Wysokośc dachówki (cm): .....

   Azymut południowy budynku [°]: .....

1.DANE WEJŚCIOWE

5. PARAMETRY ELEKTRYCZNE

Lokalizacji skrzynki przyłączeniowej (z licznikiem): .....

Numer licznika: .....

Wartosć zabezpieczenia przedlicznikowego (A): .....

Moc przyłączeniowa budynku (kW): .....

Lokalizacji rozdzielnicy głównej (RG): .....

Wartosć zabezpieczenia głównego (A):.....

Istniejące zabezpieczeni przeciwprzepięciowe (TAK/NIE):.....

Istniejącja odgromowa (TAK/NIE): .....

Istniejace uziemienie w budynku (TAK/NIE): .....

Lokalizacja najbliższego uziomu: .....

6. ZAŁACZNIKI DO FORMULARZA

- ☐ Zdjęcie faktury za energię elektryczną
- ☐ Zdjęcie połaci dachowej pod modułu PV
- ☐ Zdjęcie rozdzielnicy gównej budynku
- ☐ Zdjęcie planowanego miejsca lokalizacji falownika
- ☐ Inne .....

7. UWAGI – NOTATKI - WYTYCZNE INWESTORA

.....

.....

.....

1.DANE WEJŚCIOWE





Sprzedawca:
TAURON Sprzedaż sp. z o.o.
30-417 Kraków, ul. Łagiewnicka 60
NIP: 676-23-37-735
Sąd Rejonowy dla Krakowa-Śródmieścia
XI Wydział Gospodarczy KRS
KRS 0000270491
Kapitał zakładowy 479 029 800 zł

Adres korespondencyjny:
TAURON Obsługa Klienta sp. z o.o.
ul. Lwowska 23, 40-389 Katowice
tel. 32 606 0 606
dom@tauron.pl

Nabywca:
Płatnik nr

UL. TADEUSZA KOŚCIUSZKI
50-442 WROCŁAW

Płatnik nr 42204530
Adres korespondencyjny klienta:

UL. TADEUSZA KOŚCIUSZKI
54-704 WROCŁAW

Faktura VAT nr U/09/51/8101233/0590621RW
Rozliczenie - do prognozy nr U/09/51/8101233/0540121P1 z dnia 07.12.2020, nr U/09/51/8101233/0550221P2 z dnia 07.12.2020, nr U/09/51/8101233/0560321P3 z dnia 07.12.2020, nr U/09/51/8101233/0570421P4 z dnia 07.12.2020, nr U/09/51/8101233/0580521P5 z dnia 07.12.2020

Dotyczy adresu punktu poboru: MIESZKANIE, UL. JÓZEFA WĄSOWICZA 54-704 WROCŁAW
Numer ewidencyjny: **Numer PPE: 59032241510170**
Grupa taryfowa Sprzedawcy: G11
Grupa taryfowa OSD (dystrybucja): G11
Zabezp.(A): 25 Moc umowna (kW): 14,00 Ilość faz: 3

Rozliczenie sprzedaży za okres 04.12.2020 - 04.06.2021

Nazwa towaru lub usługi	Nr licznika	Wskazanie poprzednie Data	Odczyt	Wskazanie obecne Data	Odczyt	Mnożna/ Il.m-c/ Wskaźnik	Zużycie [kWh/kW]	Cena netto[zł]	Wartość netto[zł]
Sprzedaż energii									
Energia elektryczna czynna całodobowa	3115860151	04.12.2020	14078(I)	31.12.2020	14453(S)	1	375	0,29320	109,95
Energia elektryczna czynna całodobowa		31.12.2020	14453	31.01.2021	14883(S)	1	430	0,30360	130,55
Energia elektryczna czynna całodobowa		31.01.2021	14883	04.06.2021	16610(I)	1	1 727	0,30360	524,32
Dystrybucja energii									
Opłata dystr. zm. całodobowa	3115860151	04.12.2020	14078(I)	31.12.2020	14453(S)	1	375	0,18720	70,20
Opłata dystr. zm. całodobowa		31.12.2020	14453	31.01.2021	14883(S)	1	430	0,18720	80,50
Opłata dystr. zm. całodobowa		31.01.2021	14883	04.06.2021	16610(I)	1	1 727	0,18030	311,38
Opłata OZE całodobowa		04.12.2020	14078(I)	31.12.2020	14453(S)	1,00	375	0,00000	0,00
Opłata OZE całodobowa		31.12.2020	14453	31.01.2021	14883(S)	1,00	430	0,00220	0,95
Opłata OZE całodobowa		31.01.2021	14883	04.06.2021	16610(I)	1,00	1 727	0,00220	3,80
Opłata kogeneracyjna całodobowa		04.12.2020	14078(I)	31.12.2020	14453(S)	1,00	375	0,00139	0,52
Opłata kogeneracyjna całodobowa		31.12.2020	14453	31.01.2021	14883(S)	1,00	430	0,00000	0,00
Opłata kogeneracyjna całodobowa		31.01.2021	14883	04.06.2021	16610(I)	1,00	1 727	0,00000	0,00
Opłata dystrybucyjna stała		01.01.2021		31.01.2021		1		5,90000	5,90
Opłata dystrybucyjna stała		01.02.2021		30.06.2021		5		5,93000	29,65
Opłata przejściowa		01.01.2021		30.06.2021		6		0,33000	1,98
Opłata mocowa		01.01.2021		30.06.2021		6		7,47000	44,82
Opłata abonamentowa		01.01.2021		30.06.2021		6		0,76000	4,56
Razem							**2 532**		**1 319,08**

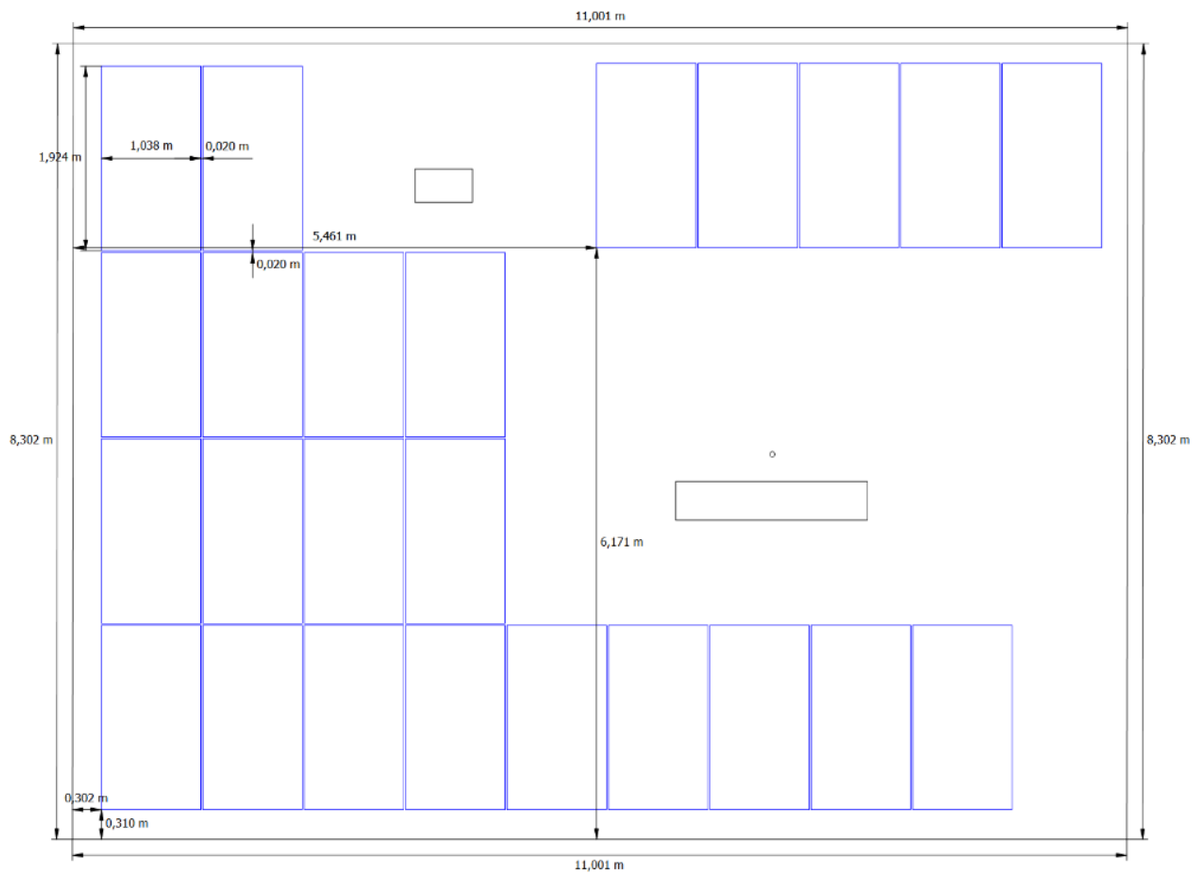




2.DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

1. Wymogi inwestora.
2. Analiza zapotrzebowania na energię elektryczną obiektu:
   - Oszacowanie obecnego zużycia energii,
   - Planowane dodatkowe zapotrzebowanie (dogrzewanie CWU, CO, pompa ciepła, samochód elektryczny, kuchnia indukcyjna itp.),
3. Zwiększenie mocy ze względy na straty zacienienia i odchylenia od południa (azymut i kat nachylenia).
4. Uwzględnienie sposobu rozliczenia (NET BILING).
5. Lokalizacja instalacji (potencjał nasłonecznienia).
6. Dobór ilości modułów.
7. Sprawdzenie powierzchni.
7. Korekta ilości modułów.





DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

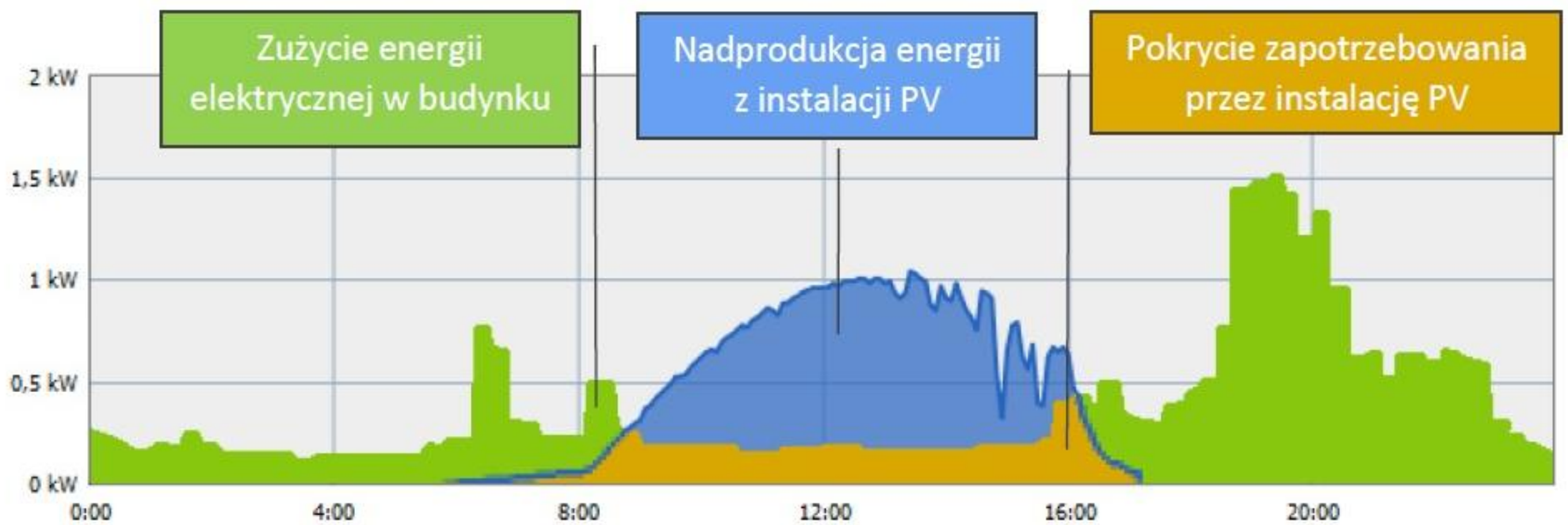
Ustalenie zużycia (obecnego oraz przyszłego)

Rozliczenie sprzedaży za okres 31.01.2018 - 31.07.2018

Nazwa towaru lub usługi	Nr licznika	Wskazanie poprzednie		Wskazanie obecne		Mnożna/ il.m-c/ Wskaźnik	Zużycie [kWh/kW]	Cena netto[zł]	Wartość netto[zł]
		Data	Odczyt	Data	Odczyt				
Sprzedaż energii									
Energia elektryczna czynna całodobowa	00266642	31.01.2018	17687(I)	31.07.2018	20422(I)	1	2 735	0,24450	668,71
Dystrybucja energii									
Opłata dystr. zm. całodobowa	00266642	31.01.2018	17687(I)	31.07.2018	20422(I)	1	2 735	0,18030	493,12
Opłata OZE całodobowa		31.01.2018	17687(I)	31.07.2018	20422(I)	1,00	2 735	0,00000	0,00
Opłata dystrybucyjna stała		01.02.2018		31.07.2018		6		4,40000	26,40
Opłata przejściowa		01.02.2018		31.07.2018		6		6,50000	39,00
Opłata abonamentowa		01.02.2018		31.07.2018		6		0,76000	4,56
Razem							2 735		1 231,79

Podsumowanie zużycia	Netto[zł]	VAT[zł]	Brutto[zł]
w tym sprzedaż energii	668,71	153,80	822,51
w tym dystrybucja energii	563,08	129,51	692,59
Razem	**1 231,79**	**283,31**	**1 515,10**

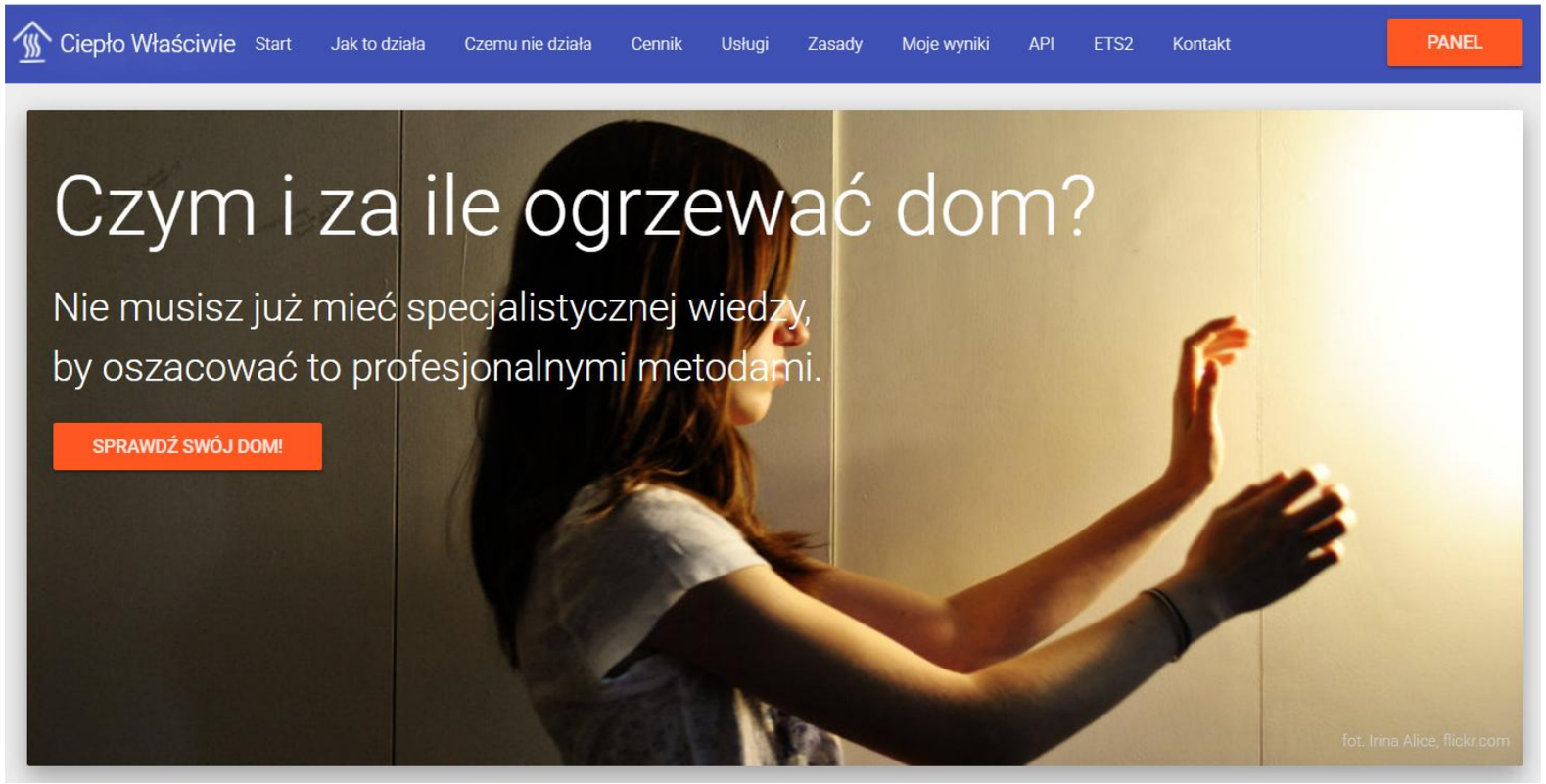
Objaśnienie:
(S) - odczyt szacowany
(O) - odczyt dokonany i zgłoszony przez odbiorcę
(I) - odczyt fizyczny lub zdalny dokonany przez upoważnionego przedstawiciela przedsiębiorstwa energetycznego



DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

Ustalenie zużycia (obecnego oraz przyszłego)

Strona *cieplowlasciwie.pl* pomaga określić m.in. zużycie energii el. do zasilania pomp ciepła i kotłów elektrycznych



Strona https://stage-pc.symulatorogrzewania.pl/

SYMULATOR KOSZTÓW OGRZEWANIA

DOBIERZ OPTYMALNĄ POMPĘ CIEPŁA DO TWOJEGO DOMU!

Dlaczego warto skorzystać z kalkulatora?

Po wypełnieniu podstawowych informacji (danych wejściowych) o swoim budynku otrzymasz:

- **dobór mocy** pompy ciepła (powietrznej, gruntowej oraz wodnej),
- wyliczenia **SCOP** oraz rocznego **zużycia energii elektrycznej** pobranej z sieci,
- roczne **zestawienie cen prądu i opłat** dystrybucyjnych w zależności od wybranego dostawcy i taryfy,
- koszt jednostkowy **1 kWh** w zależności od rocznego zużycia,
- porównanie kosztów pomp ciepła, instalacji, komponentów, marży sprzedawcy itd.,
- wykres opłacalności,
- wykaz możliwych **dotacji** wraz z maksymalnym dofinansowaniem oraz czasem zwrotu inwestycji.

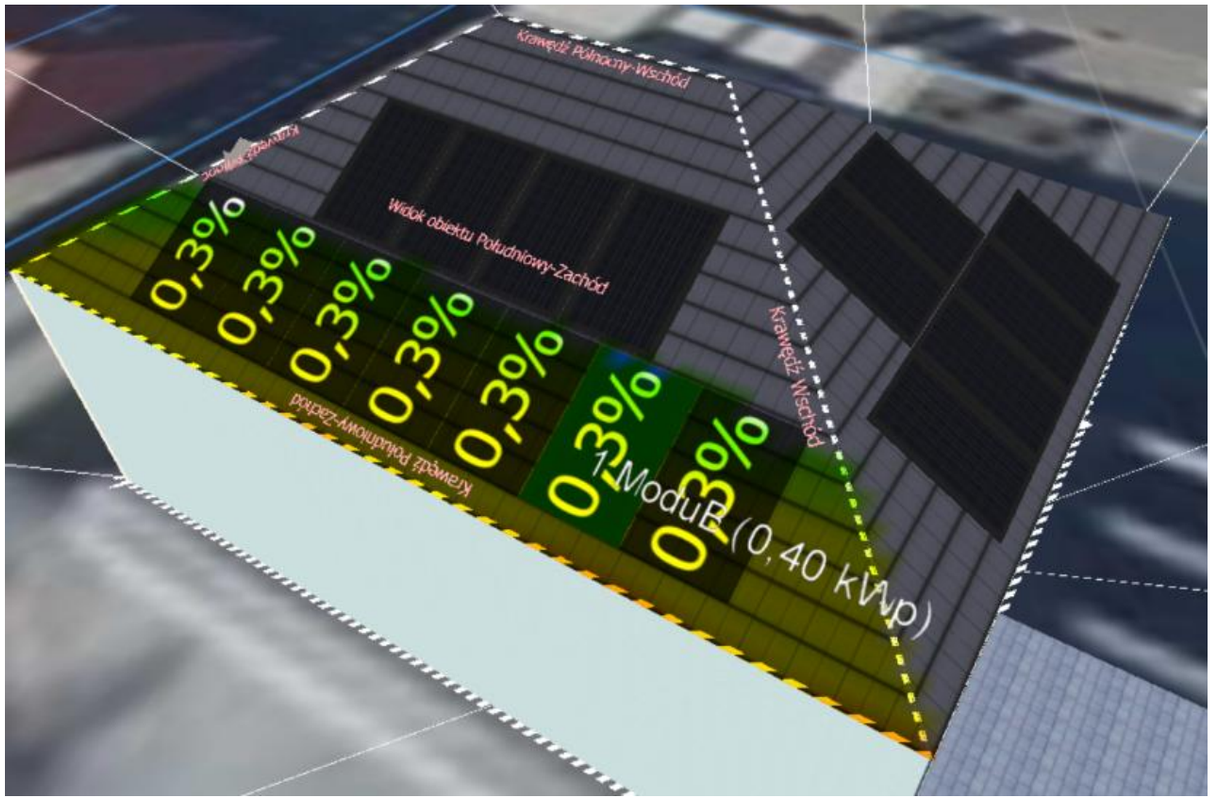
DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

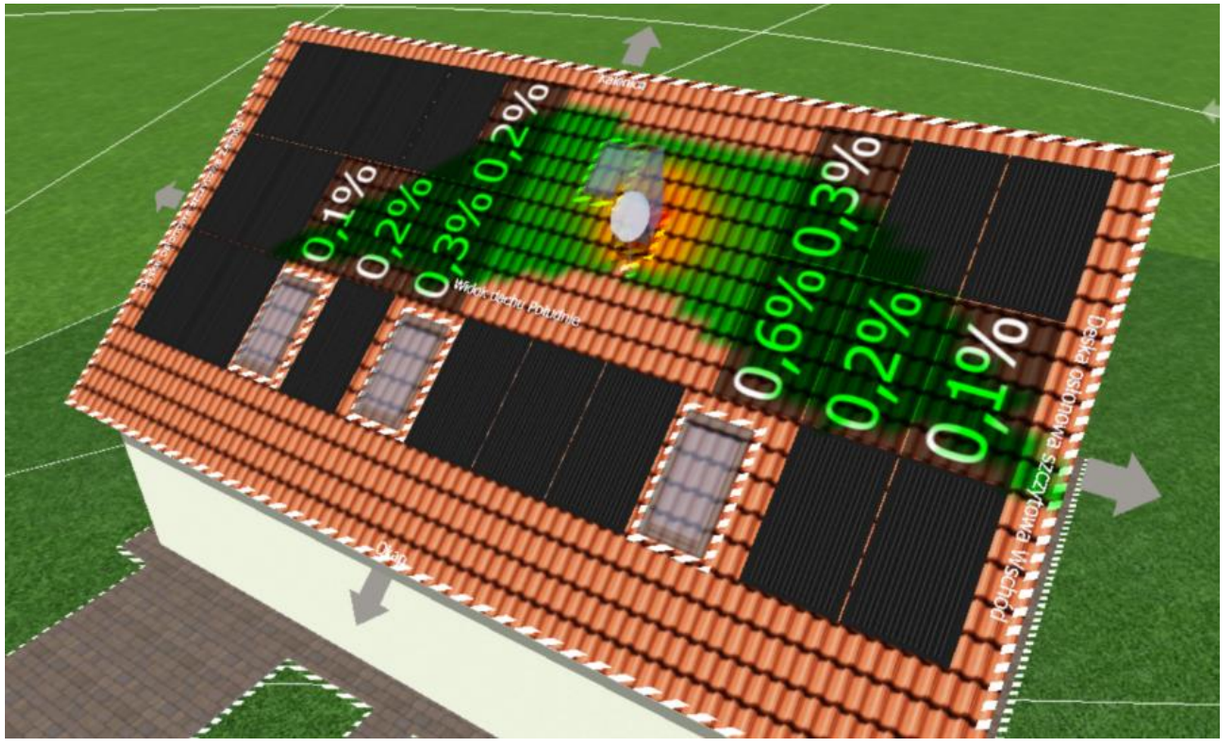
Zwiększenie mocy ze względu na układ powierzchni

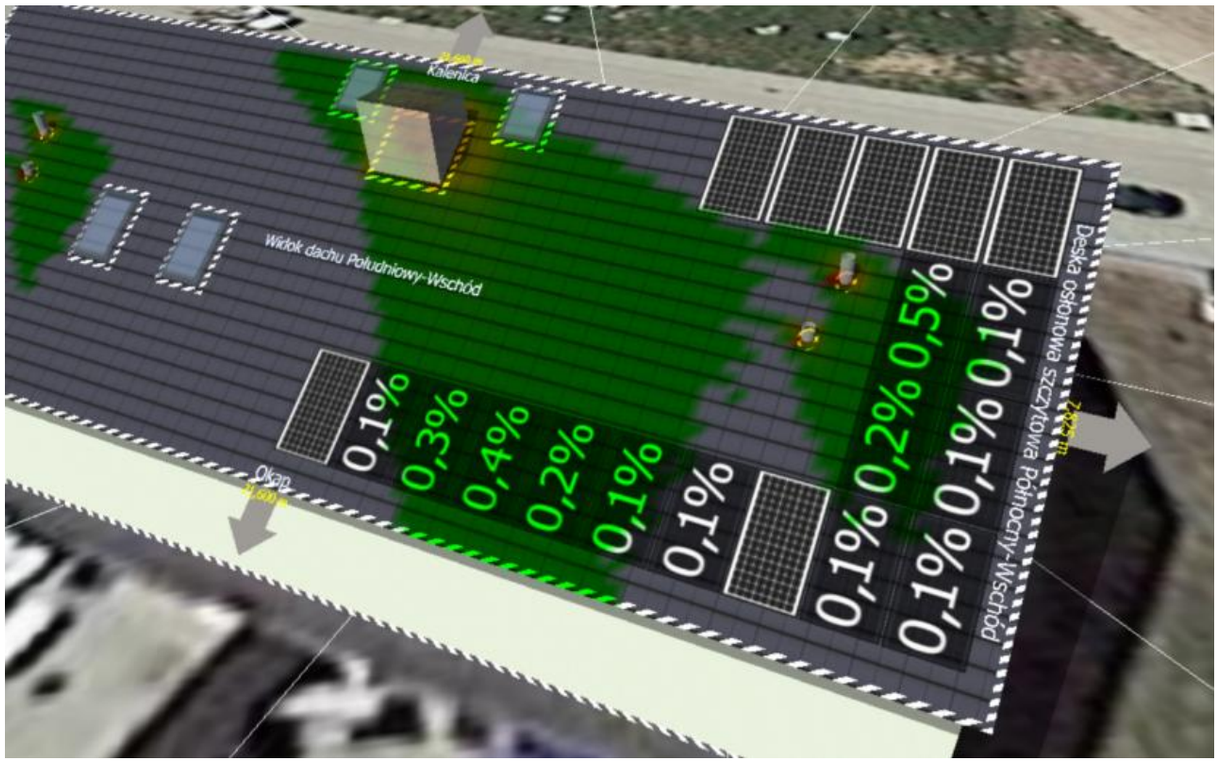
Pionowo \ Południe	Zachód 90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°	-15°	-30°	-45°	-60°	-75°	Wschód -90°
90°	56%	60%	64%	67%	69%	71%	71%	71%	71%	69%	65%	62%	58%
80°	63%	68%	72%	75%	77%	79%	80%	80%	79%	77%	74%	69%	65%
70°	69%	74%	78%	82%	85%	86%	87%	87%	86%	84%	80%	76%	70%
60°	74%	79%	84%	87%	90%	91%	93%	93%	92%	89%	86%	81%	76%
50°	78%	84%	88%	92%	95%	96%	97%	97%	96%	93%	89%	85%	80%
40°	82%	86%	90%	95%	97%	99%	100%	99%	98%	96%	92%	88%	84%
30°	86%	89%	93%	96%	98%	99%	100%	100%	98%	96%	94%	90%	86%
20°	87%	90%	93%	96%	97%	98%	98%	98%	97%	96%	94%	91%	88%
10°	89%	91%	92%	94%	95%	95%	96%	95%	95%	94%	93%	91%	90%
Poziomo 0°	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

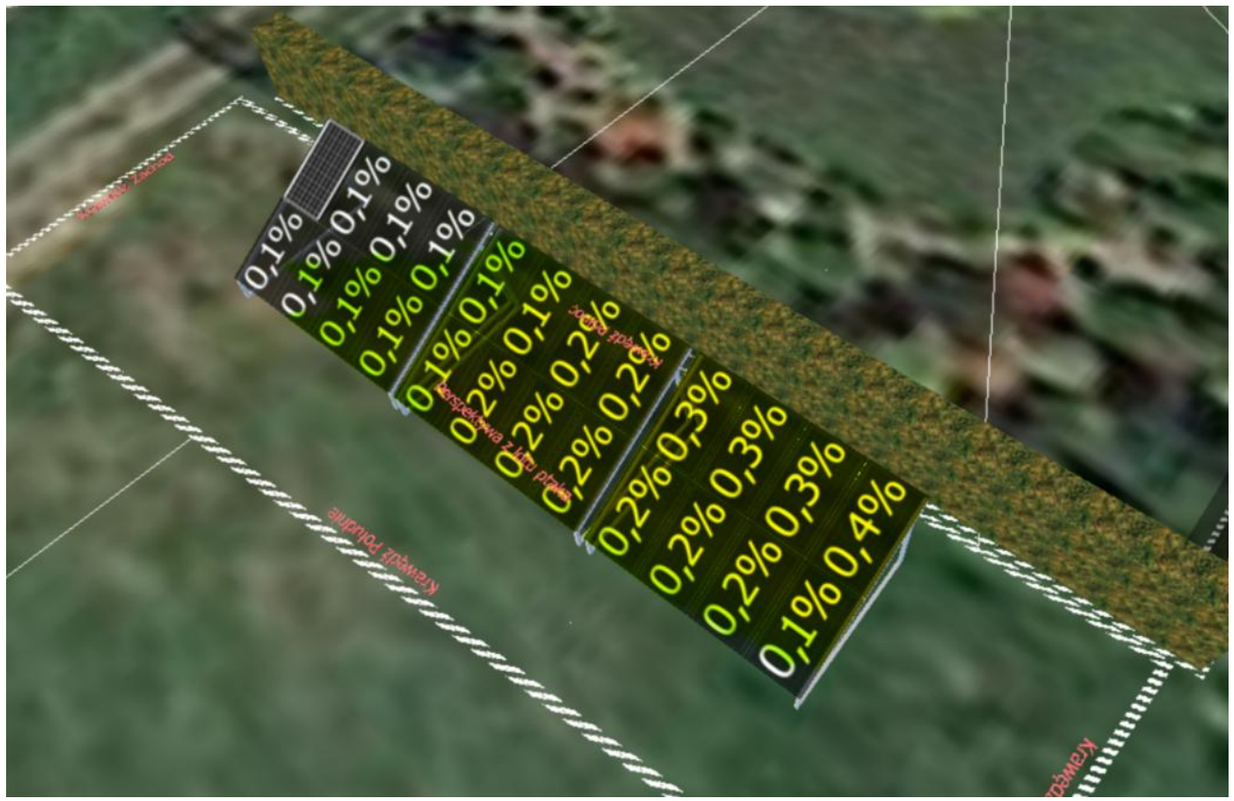
DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

Straty ze względy na zacienienie









DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

Przykładowy dobór mocy instalacji PV

DANE WEJSCIOWE	PARAMETR
Zużycie energii w budynku	5000 kWh
Lokalizacja	Wrocław
Ilość mieszkańców	2 dorosłych + 2 dzieci
Profil zużycia	budynek mieszkalny jednorodzinny zwiększone zużycie wieczorne 70/30%
Dodatkowe odbiorniki	Płyta indukcyjna Klimatyzacja Ogrzewanie CWU
Sposób rozliczenia	Net-biling
Miejsce montażu	Dach skośny pokryty dachówką, wymiar 6 x 12 m (wys x dł), nachylenie 35^{o}, azymut 150^{o} (-30^{o}S)
Wydajność instalacji PV w Polsce (warunki idealne)	1kWp => 1000 kWh/rok

DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

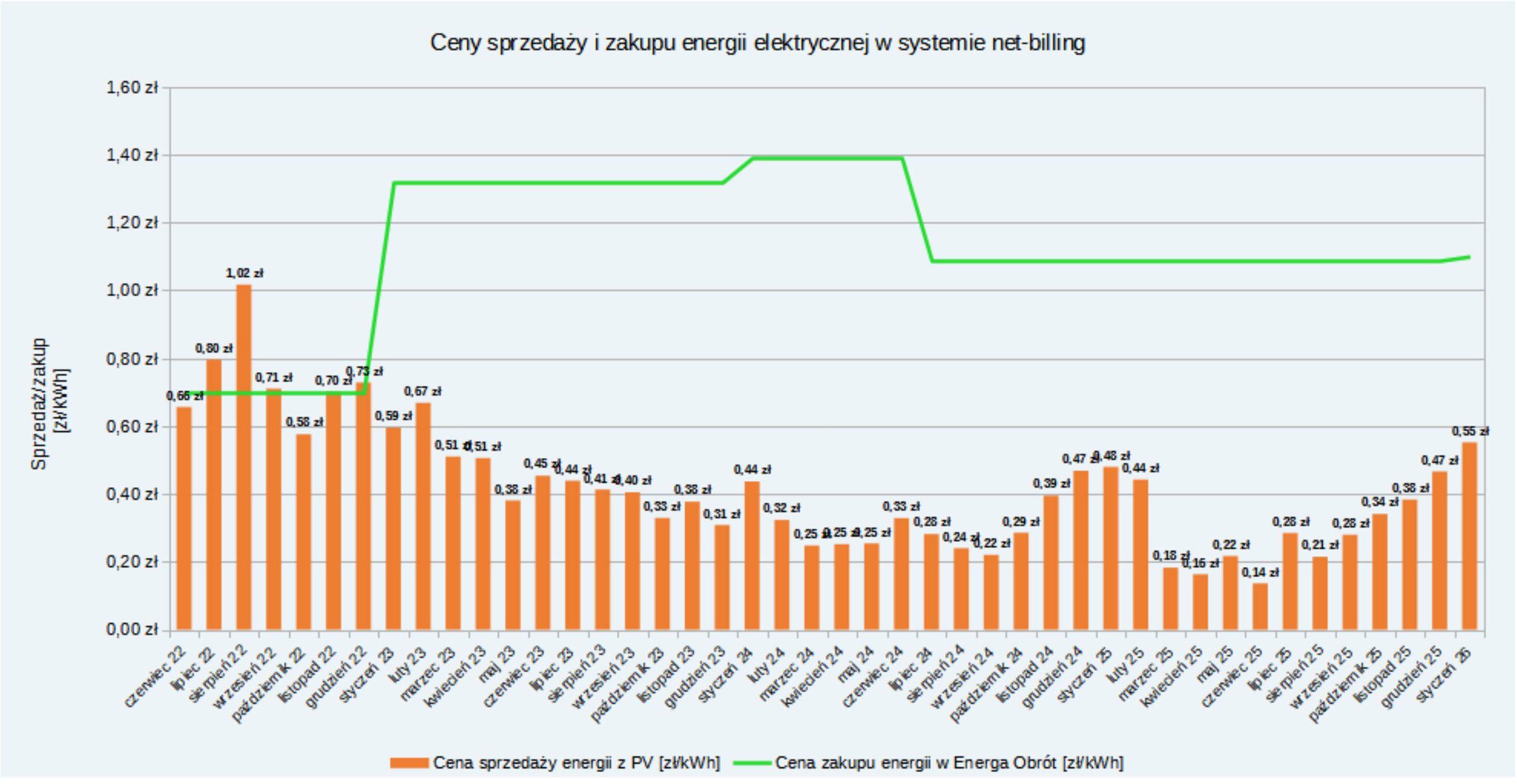
Przykładowy dobór mocy instalacji PV

- Zapotrzebowanie na energię: 5000 kWh + 2500 kWh (ogrzewanie CWU) + 300 kWh (klimatyzacja) + 700 kWh (płyta indukcyjna) = **8500 kWh/rok**
- Szacunkowa moc instalacji: 8500 kWh / 1000 kWh = **8,5 kWp**
- Zwiększenie mocy ze względu na odchylenie od południa i kąt modułów: 8,5 kWp/ 0,98= **8,67 kWp**
- Uwzględnienie Net-Billingu: 30%*__100%__ + 70%*__50%__ = 65% => 0,65
  8,67kWp/0,65=**13,33 kWp**
- Uwzględnienie mocy modułów: 13,33kWp/0,500kWp= **26,66 szt.**

- Należy dobrać moc instalacji na podstawie danych o zużyciu energii (profil zużycia) oraz zapotrzebowaniu na moc (profil obciążenia) danego obiektu.
- Należy porównać zapotrzebowanie mocowe obiektu z możliwościami wytwórczymi instalacji PV
- Ważne, aby moc nie była zbyt duża, ponieważ w miesiącach letnich (głównie maj-sierpień) produkcja może znacząco przekraczać zapotrzebowanie.

DOBÓR MOCY INSTLACJI PV

Ceny energii dla prosumenta w net-bilingu



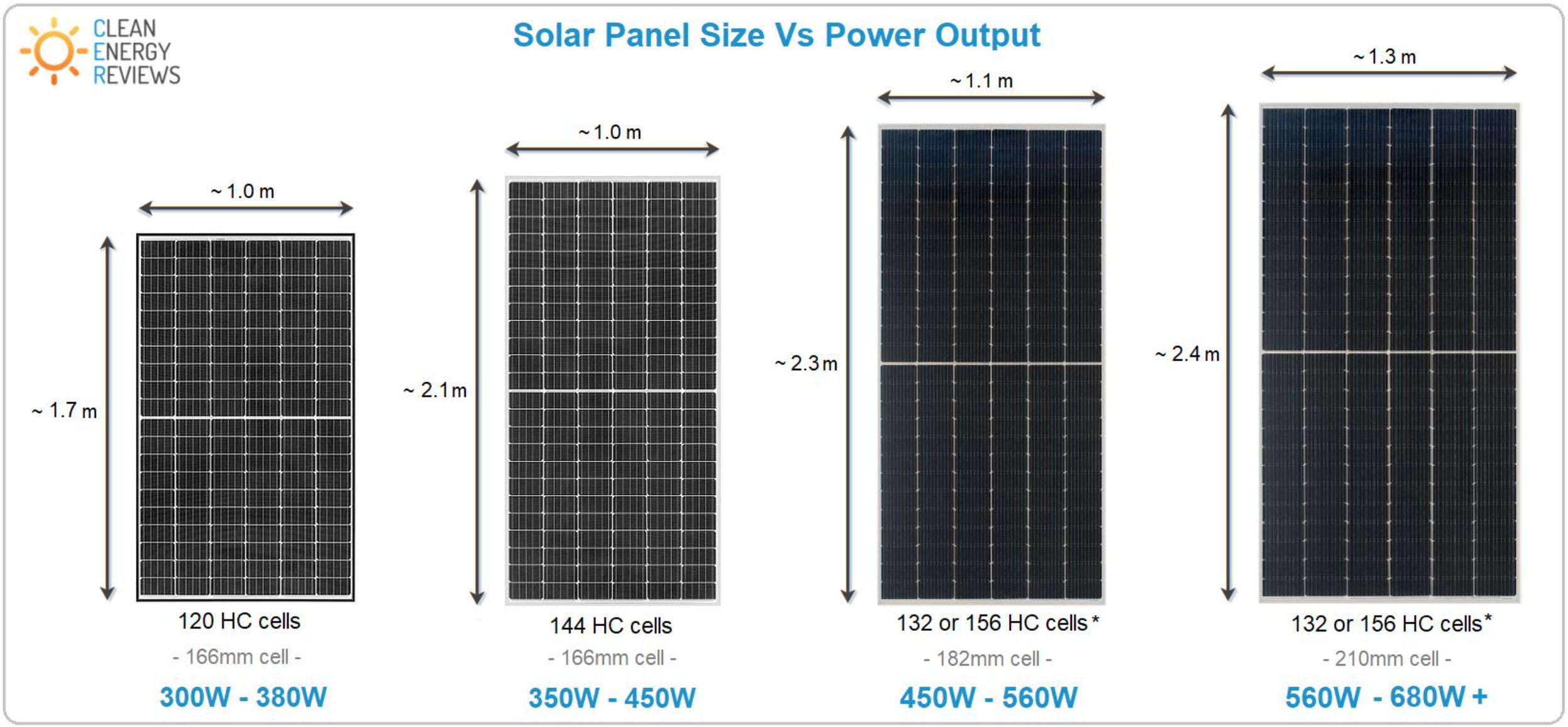
3. DOBÓR MODUŁÓW

- Dostępność na rynku
- Cena
- Technologia (half cut, bifacial itp.)
- Gwarancja produktowa
- Producent (renoma marki)
- Decyzja inwestora
- Kwestie wizualne





DOBÓR MODUŁÓW



DOBÓR MODUŁÓW

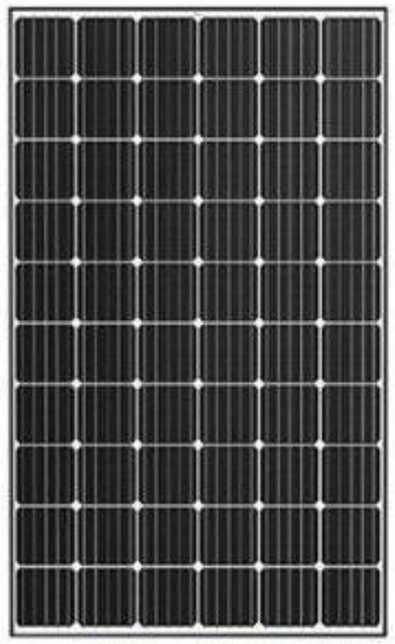
CLEAN ENERGY REVIEWS

Solar Cell Type And Efficiency *



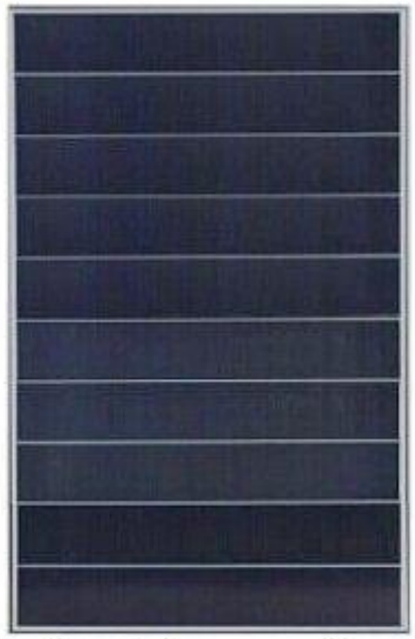
Poly PERC

16 - 17%



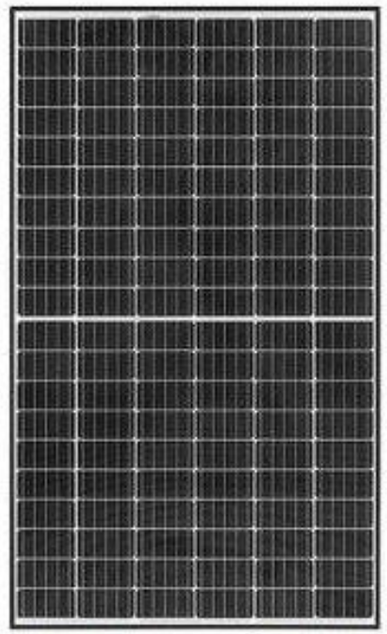
Mono PERC

17 - 19%



Shingled mono cells

18 - 20%



Half-cut mono PERC

18 - 20%



Half-cut mono PERC MBB

19 - 20.5%



Shingled mono PERC

19 - 20.5%



Half-cut MBB heterojunction

20 - 22%



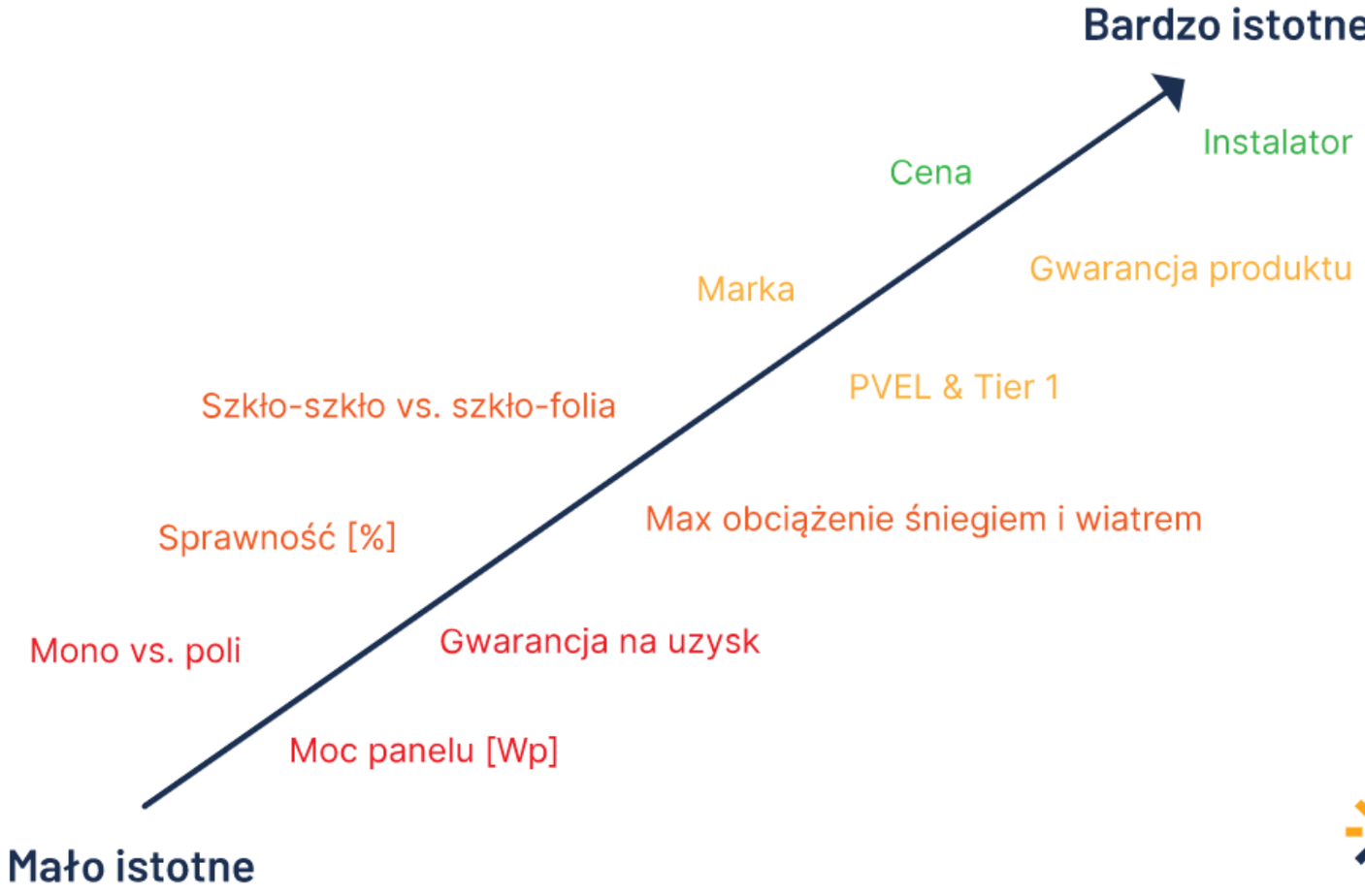
N-type IBC

20 - 23%

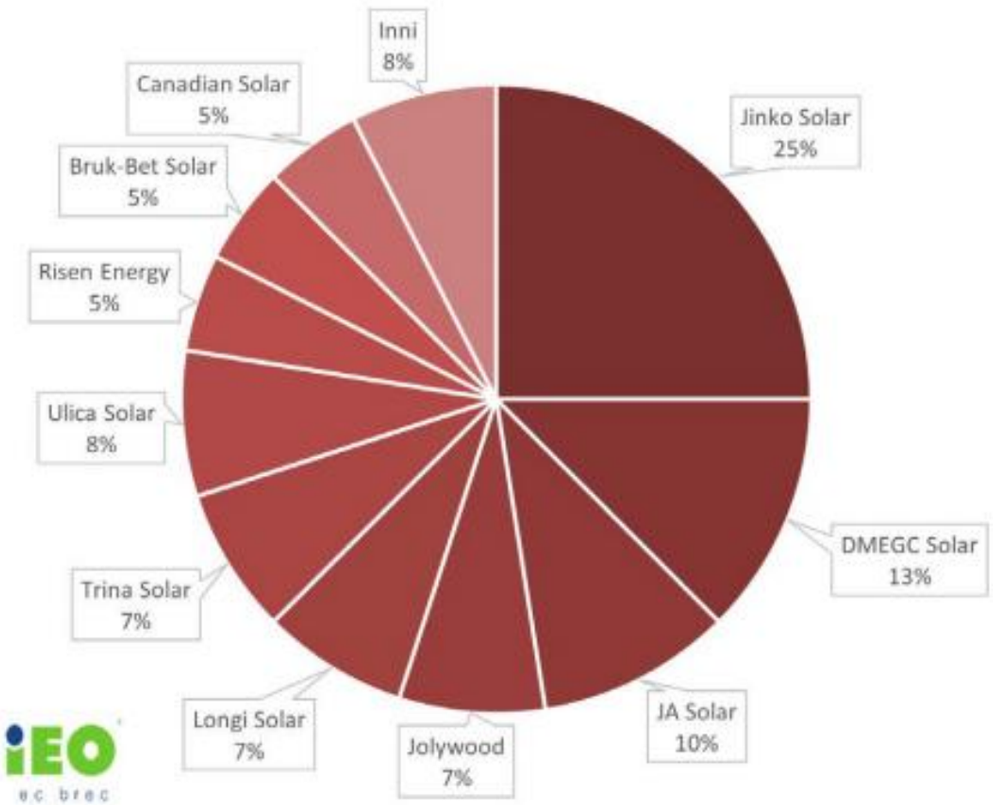
www.cleanenergyreviews.info

DOBÓR MODUŁÓW

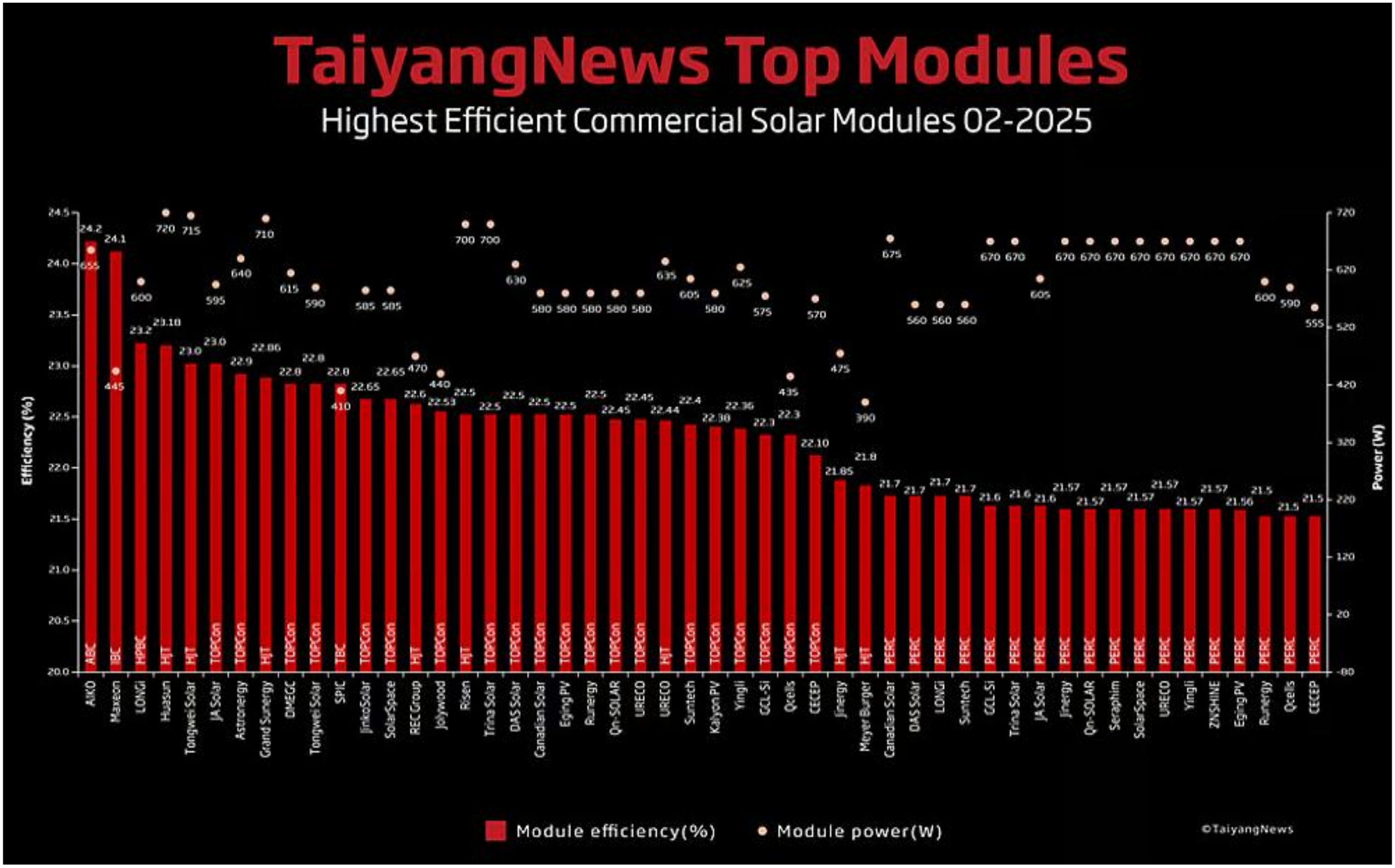




Najczęściej wybierani producenci modułów PV w 2024 roku



DOBÓR MODUŁÓW



DOBÓR MODUŁÓW

Charakterystyka elektryczna (STC*)

HiT-HxxxCF-BF(ZB)						
Element	Jednostka	500	505	510	515	520
Nominalna moc wyjściowa (Pmax)	W	500	505	510	515	520
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	V	40,76	40,87	40,98	41,09	41,20
Prąd zwarcia (Isc)	A	15,48	15,59	15,70	15,81	15,92
Napięcie przy Pmax (Vmpp)	V	34,16	34,27	34,38	34,49	34,60
Prąd przy Pmax (Impp)	A	14,64	14,74	14,84	14,94	15,04
Wydajność modułu	%	22,5	22,7	22,9	23,2	23,4
Wybór mocy	W	0 ~ +5				
Współczynnik temperatury Pmax	%/°C	-0,24				
Współczynnik temperatury Voc	%/°C	-0,22				
Współczynnik temperatury Isc	%/°C	0,04				
Bifacjalność	%	90±5				

*STC: Irradiacja 1 000 W/m², temperatura ogniwa 25°C, AM=1.5 / Niepewność pomiarowa dla Pmax ±3%; Voc ±3%; Isc ±5%

BNPI**(Tabliczki znamionowe bifacjalne oświetleniowe)

Element	Jednostka	500	505	510	515	520
Nominalna moc wyjściowa (Pmax)	W	560	566	571	577	583
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	V	40,90	41,01	41,12	41,23	41,34
Prąd zwarcia (Isc)	A	17,36	17,48	17,61	17,73	17,85
Napięcie przy Pmax (Vmpp)	V	34,28	34,39	34,50	34,61	34,72
Prąd przy Pmax (Impp)	A	16,36	16,47	16,58	16,69	16,80

**Właściwości elektryczne BNPI są mierzone przy irradiacji wynoszącej 1 000 W/m² z przodu modułu i 135 W/m² z tyłu modułu.

Charakterystyka elektryczna (STC*)

Wymiary	1 960 mm (dł.) x 1 134 mm (szer.) x 30 mm (wys.)
Waga	27,1 kg
Ogniwa słoneczne	N-Type HJT, 108 (6x18) ogniwa bifacjalne o średnim cięciu monokrystalicznym
Kable wyjściowe	Kabel: 4mm² / 12AWG / (+)1 250 mm, (-)1 250 mm / Długość spersonalizowana Złącze: MC4 / MC4-Evo2 / MC4-Evo2A / PV-H4 / Z4S-abcd / PV-ZH202B
Obudowa złączeniowa	3 części, 3 diody zrzutowe, klasa IP68
Budowa	Przód: szkło solarne półhartowane o grubości 2,0 mm z powłoką antyrefleksyjną Tył: szkło solarne półhartowane o grubości 2,0 mm
Rama	Czarna anodowana rama aluminiowa

Konfiguracje wysyłki

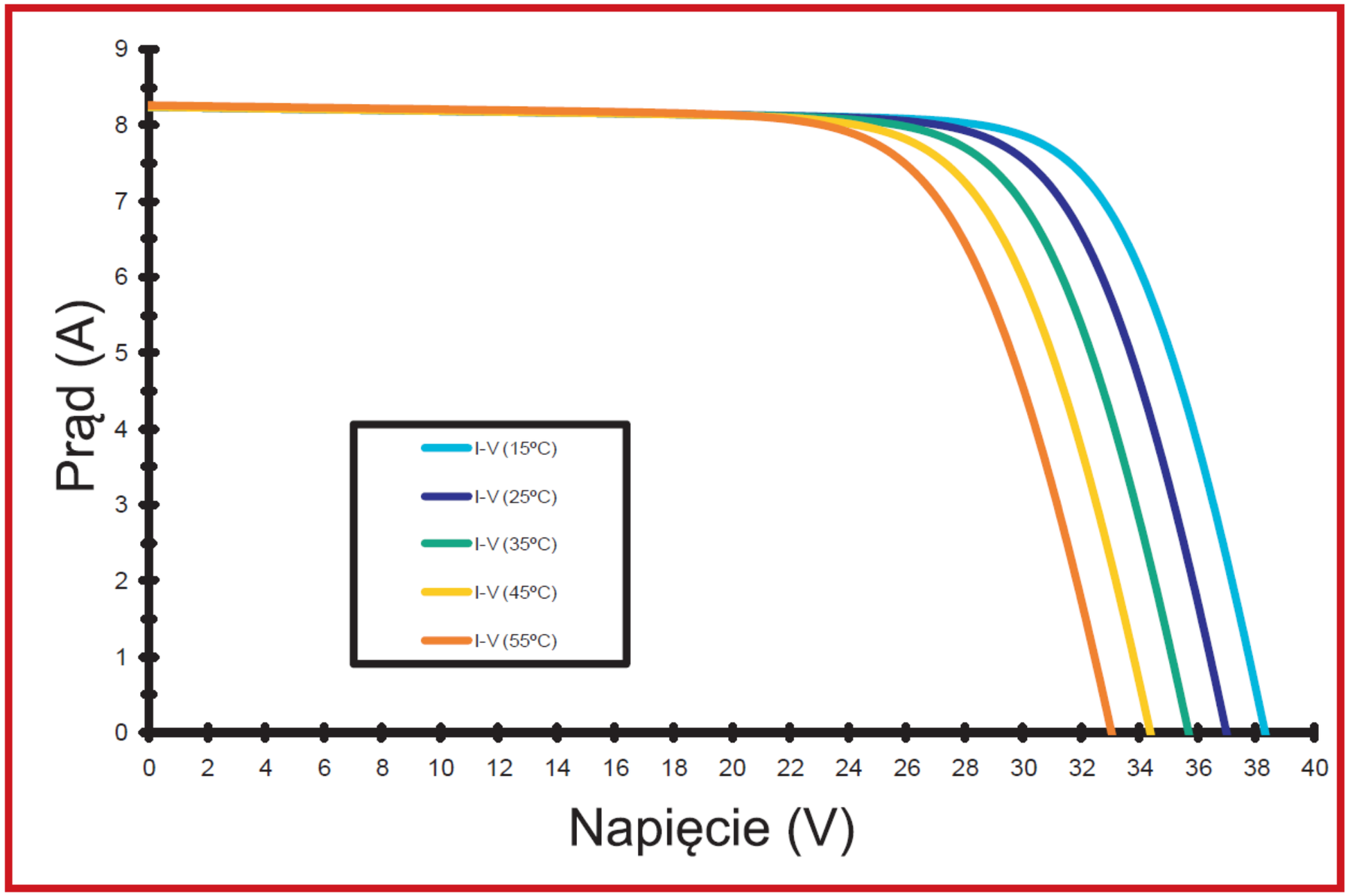
Rozmiar pojemnika (HC)	40'	Liczba modułów na palecie (szt.)	36
Liczba palet na kontener	24	Liczba modułów na kontener (szt.)	864

Instrukcja bezpieczeństwa instalacj

- Instalację i konserwację powinien wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel.
- Należy zachować ostrożność w przypadku niebezpiecznego wysokiego napięcia stałego.
- Nie należy dotykać ani instalować modułów, gdy są mokre.

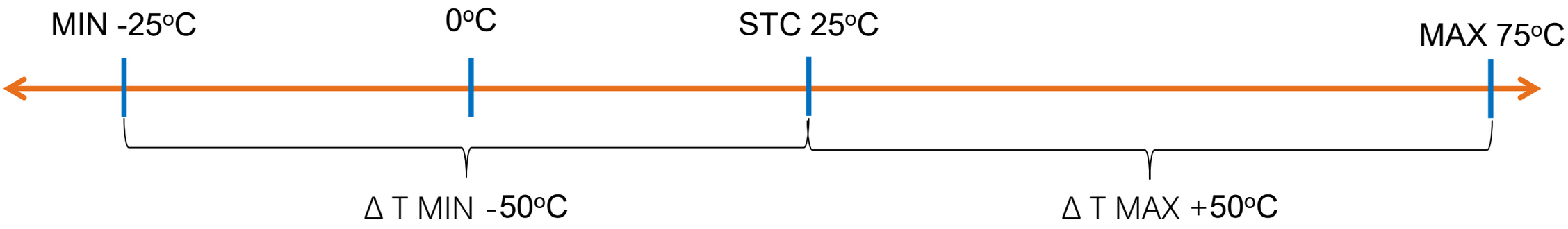
Nominalna temperatura pracy modułu	44°C ± 2°C
Temperatura pracy	-40°C~+85°C
Maksymalne napięcie systemu	DC 1 500 V (IEC)
Maksymalny prąd wsteczny	30A
Maksymalne obciążenie testowe	Przód 5 400 Pa Tył 2 400 Pa

DOBÓR MODUŁÓW



DOBÓR MODUŁÓW

Sprawdzenie warunków napięciowych modułów



Voc = - 0,22 %/°C

ΔT+ = 50 °C – dla temperatury maksymalnej na modułach (75°C)

ΔT- = -50 °C – dla temperatury minimalnej na modułach (-25°C)

Voc = -0,0022 1/°C = -0 ,0022 1/°C x 40,76 V = - 0,089672 V/°C

V ΔT+ = - 0,089672 V/°C x 50 °C = **- 4,48 V** – na module w dzień upalny napięcie spadnie o 4,48 V

V ΔT- = - 0,089672 V/°C x - 50 °C = **4,48 V** – na module w dzień mroźny napięcie wzrośnie o 4,48 V

Isc = 0,04 %/°C = 0,0004 x 15,48 A = 0,0061 A/°C

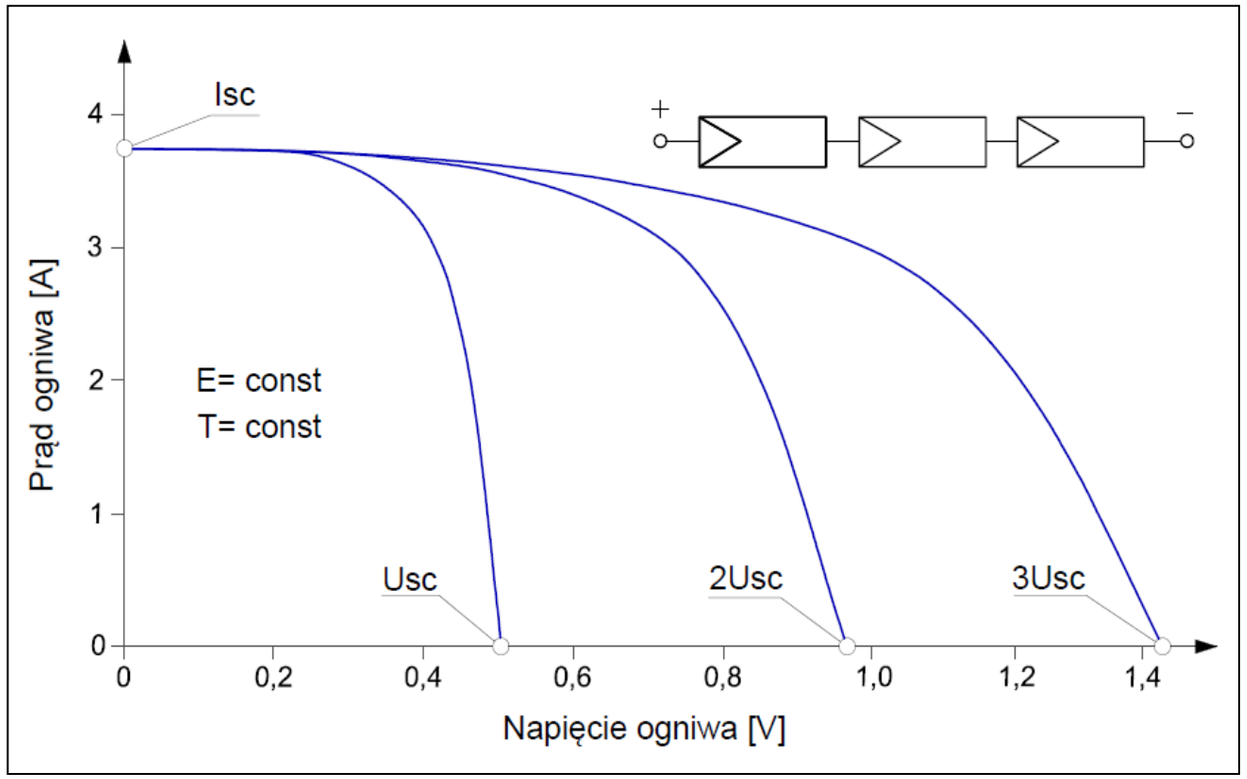
I ΔT+ = 0,0061 A/°C x 50 °C = **0,305 A**

+/- 50°C	Voc [V]	Vmpp [V]	Isc [A]	Impp [A]
ΔTmax	**40,76-4,48=36,28**	**34,16-4,48=29,68**	**15,48+0,305=15,785**	**14,64+0,305=14,945**
ΔTmin	**40,76+4,48=45,24**	**34,16+4,48=38,64**	**15,48-0,305=15,175**	**14,64-0,305=14,335**

DOBÓR MODUŁÓW

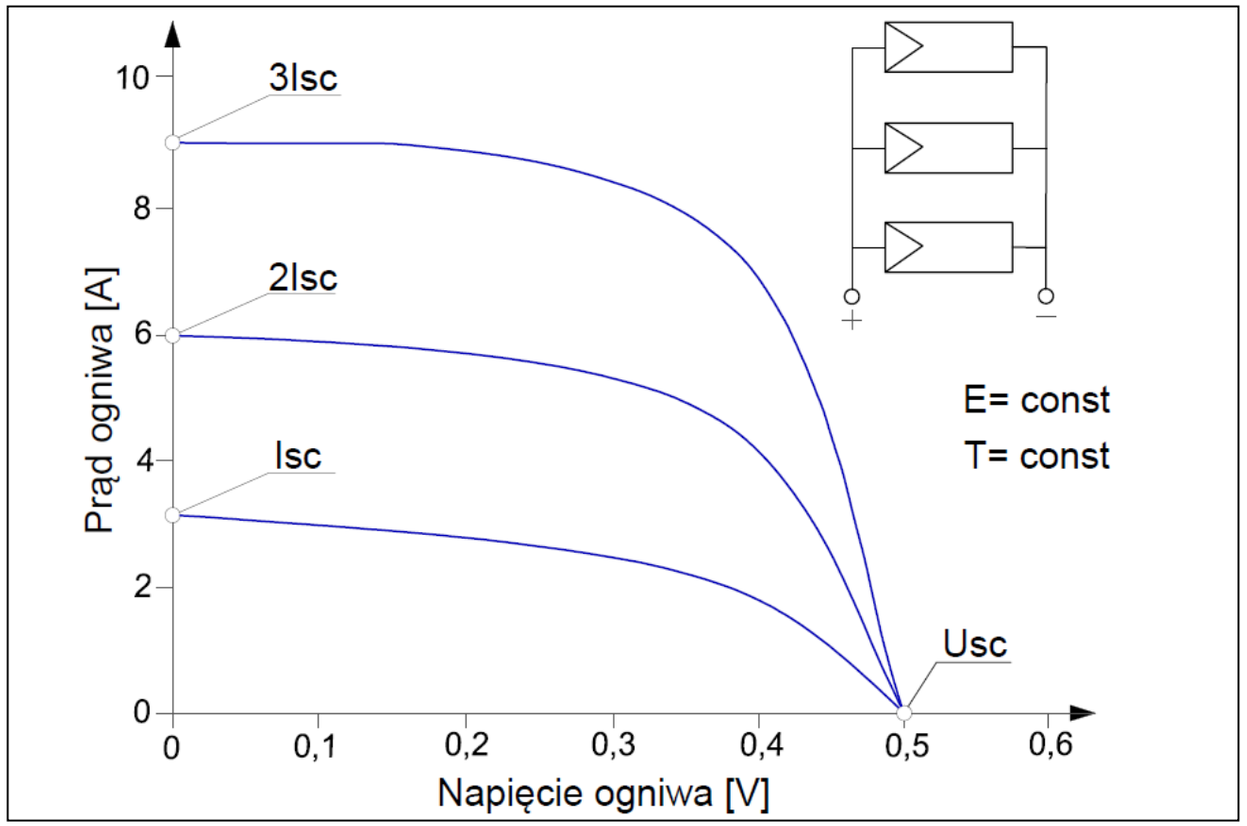
Połączenie szeregowe modułów

U układu = Σ U paneli, I = constans



Połączenie równoległe modułów

U = constans, I układu = Σ I paneli



4. DOBÓR FALOWNIKÓW

Najważniejsze cech falowników:

- Rodzaj technologii
- Cena urządzeń
- Gwarancja
- Sprawność
- Zabezpieczenia
- Udział w rynku
- Awaryjność
- Komunikacja i interfejs
- Aspekty wizualne











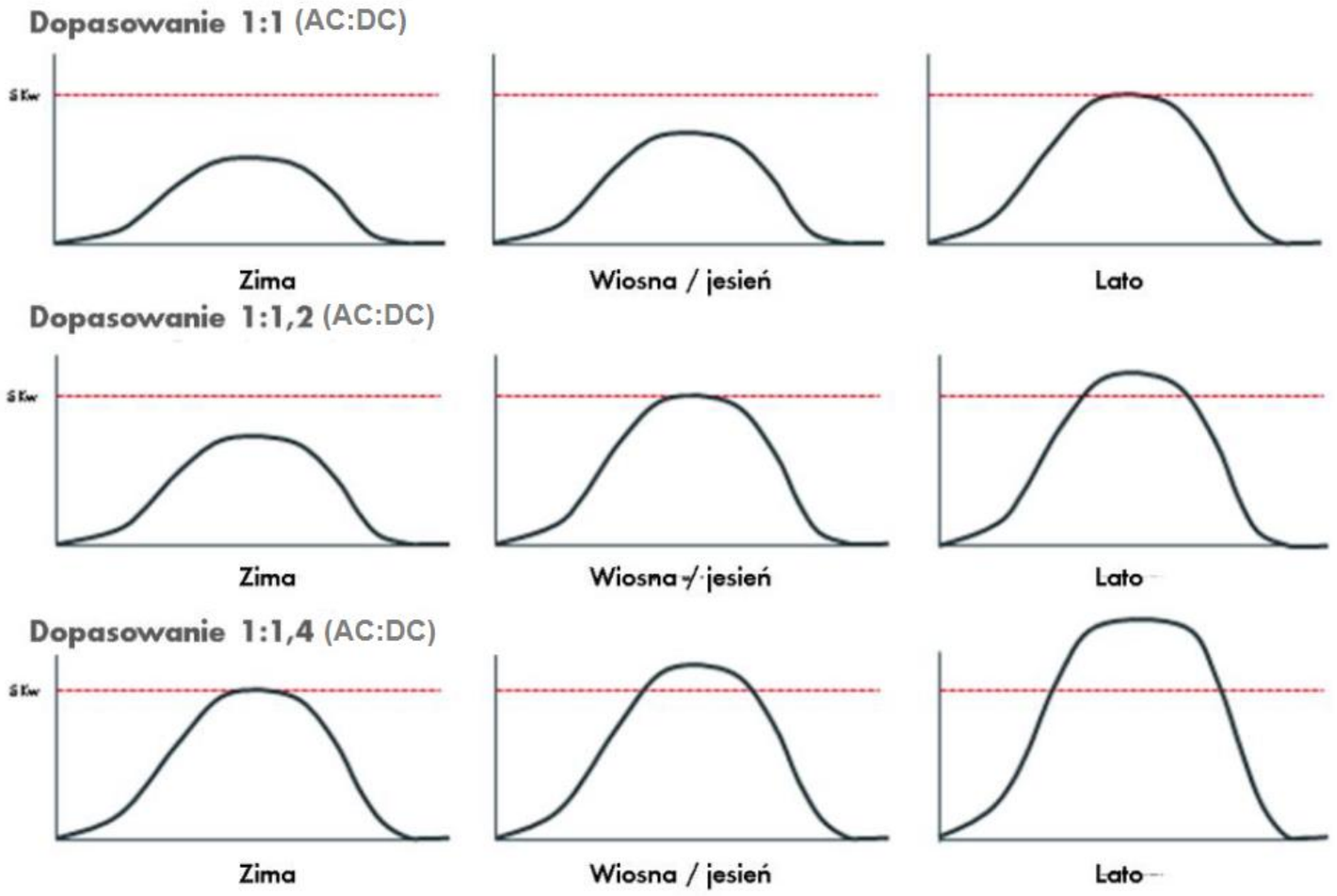


DOBÓR FALOWNIKÓW

NOMINALNY WSPÓŁCZYNNIK MOCY NPR

$$NPR = \frac{moc\ modułów}{\max moc\ falownika}$$

Możliwe są trzy warianty:
NPR < 1, falownik niedociążony (min. 0,8)
NPR = 1, falownik obciążony mocą nominalną
NPR > 1, falownik przeciążony po stronie DC (max. 1,2)
NPR powinna znajdować się w przedziale pomiędzy 80% a 120% (układ WE do 150%).



- Ilość słonecznych godzin w Polsce w warunkach STC (1000W/m^2, 25°C temp. Ogniw, AM1,5): kilkanaście godzin (1-4 % godzin w roku),
- Wydajność modułów spada z roku na roku od 0.5% (ok. 1% w pierwszym roku),
- Falownik lepiej pracuje przy maksymalnym obciążeniu,
- Właściwy NPR należy zawsze dobrać do lokalizacji, azymutu, nachylenia, parametrów modułów.

DOBÓR FALOWNIKA

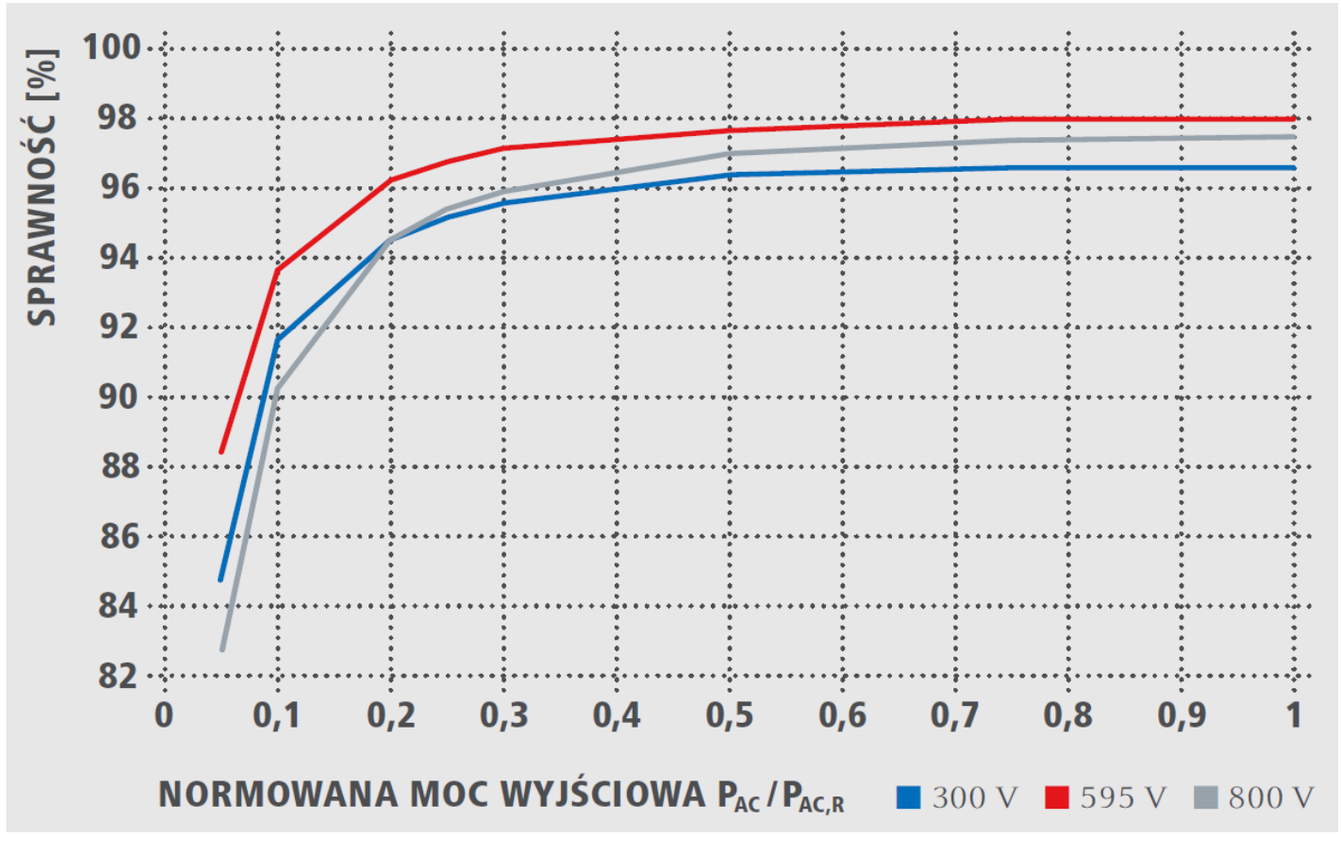
Podczas doboru mocy falownika należy:

- uwzględnić moc zainstalowaną (sumaryczną moc modułów PV)
- dobrać moc falownika w taki sposób, aby moc zainstalowana była o kilka do kilkunastu procent wyższa od mocy falownika (0-20%)
- W przypadku instalacji wschód-zachód przewymiarowanie może być większe (w zależności od kąta montażu) (30-50%)

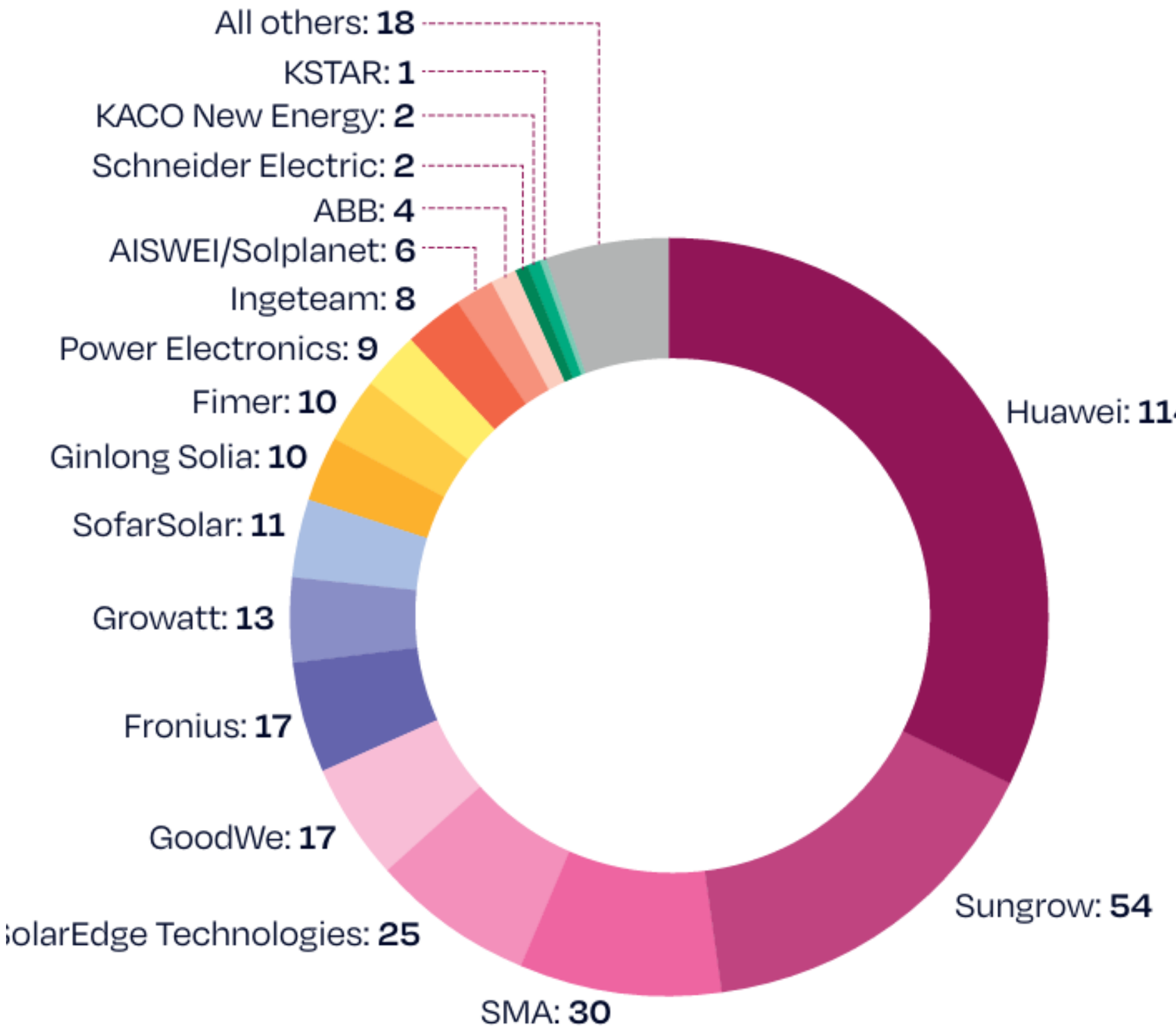
Przykład:

Moc zainstalowana: 13,0 kWp
(26 modułów 500Wp)
Moc falownika: 12 kW

NPR = (13,0kWp / 12,0kW) *100%
NPR = 108,0%



DOBÓR FALOWNIKÓW



Najwięksi dostawcy falowników fotowoltaicznych w Europie w latach 2015-2023. Dane w GWac. Źródło: SolarPower Europe, raport Solutions for PV

DOBÓR FALOWNIKÓW

Parametry techniczne	GW6000-ET-20	GW8000-ET-20	GW10K-ET-20	GW12K-ET-20	GW15K-ET-20
Parametry wejściowe akumulatora					
Typ akumulatora			Li-Ion		
Nominalne napięcie akumulatora (V)			500		
Zakres napięcia akumulatora (V)			150 ~ 720		
Napięcie rozruchowe (V)			150		
Liczba wejść akumulatorowych			1		
Maks. stały prąd ładowania (A)	30	30	40	40	40
Maks. stały prąd rozładowania (A)	30	30	40	40	40
Maks. moc ładowania (W)	9000	12000	15000	18000	24000
Maks. moc rozładowania (W)	6600	8800	11000	13200	16500
Parametry wejściowe łańcucha PV					
Maks. moc wejściowa (W)*1	9600	12800	16000	19200	24000
Maks. napięcie wejściowe (V)*2			1000		
Zakres napięcia roboczego MPPT (V)			120 ~ 850		
Napięcie rozruchowe (V)			150		
Znamionowe napięcie wejściowe (V)			620		
Maks. prąd wejściowy na MPPT (A)			16		
Maks. prąd zwarciowy na MPPT (A)			24		
Liczba MPPT	2	2	3	3	3
Liczba ciągów modułów fotowoltaicznych na MPPT			1		
Parametry wyjściowe AC (w sieci)					
Znamionowa moc wyjściowa (W)	6000	8000	10000	12000	15000
Znamionowa wyjściowa moc pozorna do sieci elektroenergetycznej (VA)	6000	8000	10000	12000	15000
Maks. wyjściowa moc pozorna do sieci elektroenergetycznej (VA)*3	6000	8000	10000	12000	15000
Maks. moc pozorna z sieci elektroenergetycznej (VA)	12000	16000	20000	20000	20000
Znamionowe napięcie wyjściowe (V)			400 / 380, 3L / N / PE		
Zakres napięcia wyjściowego (V)*4			170 ~ 290		
Znamionowa częstotliwość sieci AC (Hz)			50 / 60		
Zakres częstotliwości sieci AC (Hz)			45 ~ 65		
Maks. prąd wyjściowy AC do sieci elektroenergetycznej (A)*5	8.7	11.6	14.5	17.4	21.7
Maks. prąd AC z sieci elektroenergetycznej (A)	15.7	21.0	26.1	26.1	26.1
Zakres regulacji współczynnika mocy			od 0.8 z wyprzedzeniem do 0.8 z opóźnieniem		
Współczynnik zawartości harmonicznych THD			<3%		
Parametry wyjściowe AC (obwód rezerwowy)					
Rezerwowa znamionowa moc pozorna (VA)	6000	8000	10000	12000	15000
Maks. Wyjściowa moc pozorna bez sieci (VA)	6000 (12000 @60sek.)*6	8000 (16000 @60sek.)	10000 (18000 @60sek.)	12000 (18000 @60sek.)	15000 (18000 @60sek.)
Maks. Wyjściowa moc pozorna z siecią (VA)	6000	8000	10000	12000	15000
Maks. prąd wyjściowy (A)	13.0 (17.4 @60sek.)	17.4 (23.3 @60sek.)	21.7 (26.1 @60sek.)	21.7 (26.1 @60sek.)	21.7 (26.1 @60sek.)
Znamionowe napięcie wyjściowe (V)			400 / 380		
Znamionowa częstotliwość wyjściowa (Hz)			50 / 60		
Zniekształcenia THDv na wyjściu (przy obciążeniu liniowym)			<3%		

5. DOBÓR KONSTRUKCJI

Kryterium wyboru konstrukcji montażowej:

- Przeznaczenie konstrukcji
- Wytrzymałość
- Stosunek ceny do jakości
- Gwarancja
- Łatwość montażu (oszczędność czasu montera)

DOBÓR KONSTRUKCJI

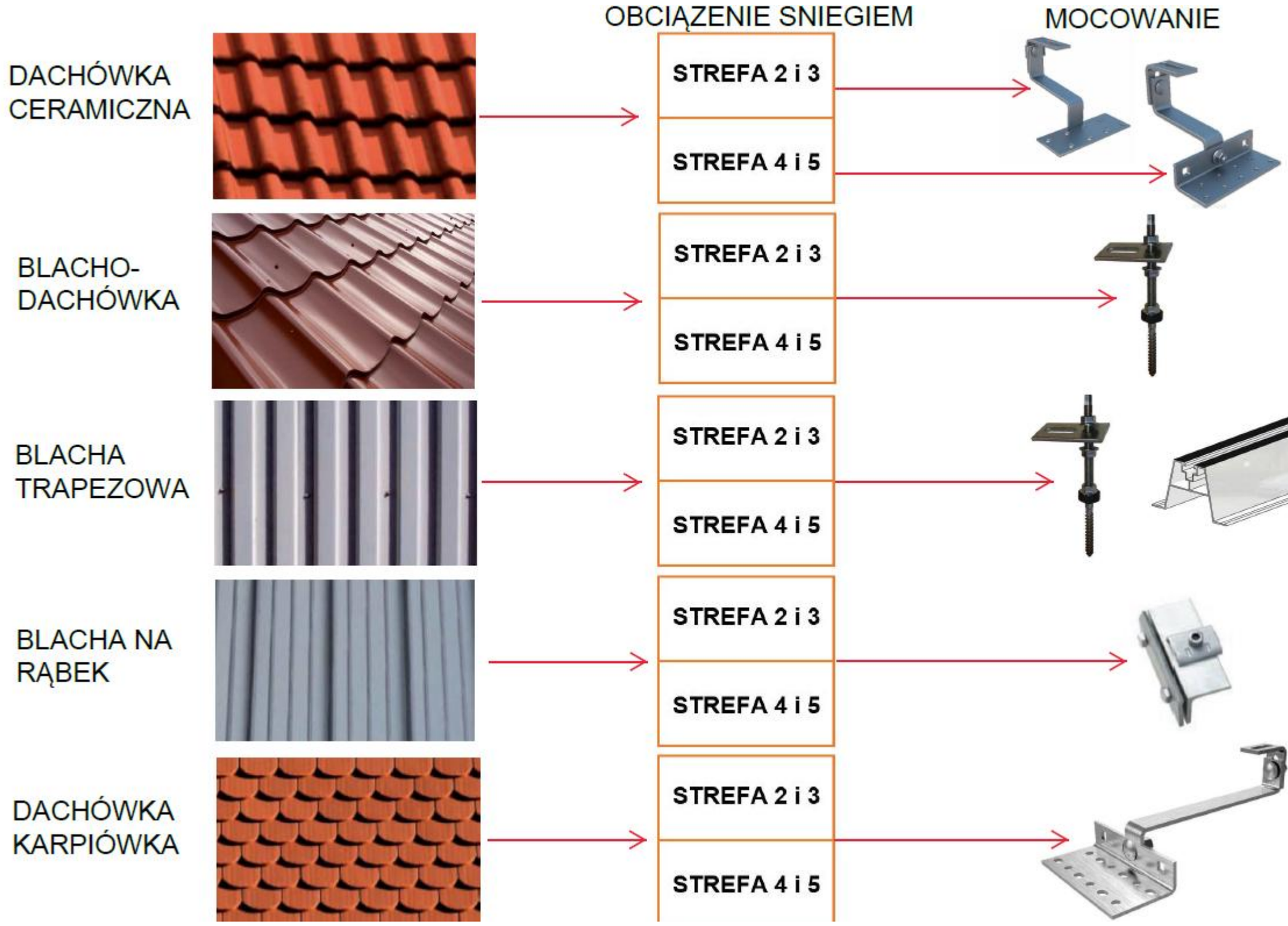
- KONSTRUKCJE MONTAŻOWE PV
  - NA BUDYNKACH
    - BIPV
      - elewacje
      - balkon
      - dach
      - szyba
      - wiata
    - BAPV
      - dach płaski
        - wkręcane
        - bezinwazyjne
      - dach skośny
        - dachówka
        - dachówka karpiówka
        - blacho dachówka
        - blacha na rąbek
        - trapez
        - papa
  - NA GRUNCIE
    - WBIJANE
      - 1-podp.
      - 2-podp.
    - WKRĘCANE
      - do betonu
      - do gruntu
    - TRAKERY
      - 1-osiowe
      - 2-osiowe
  - NA WODZIE





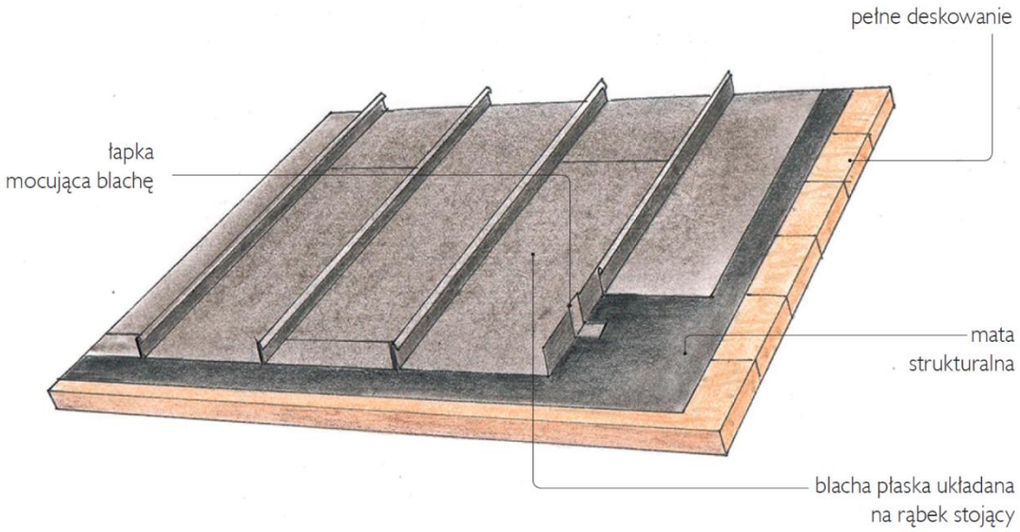
DOBÓR KONSTRUKCJI

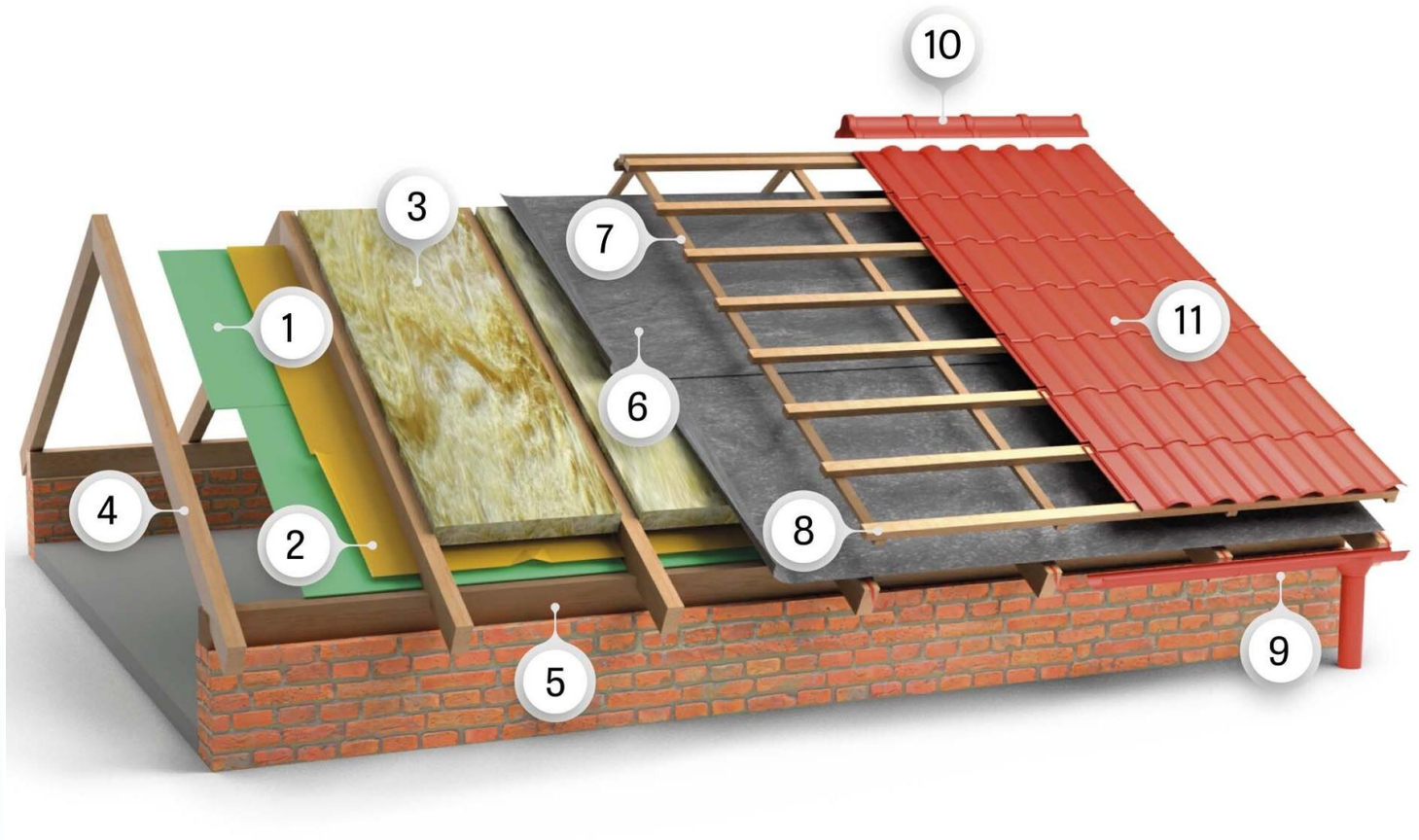
KNSTRUKCJE NA DACH SKOŚNY

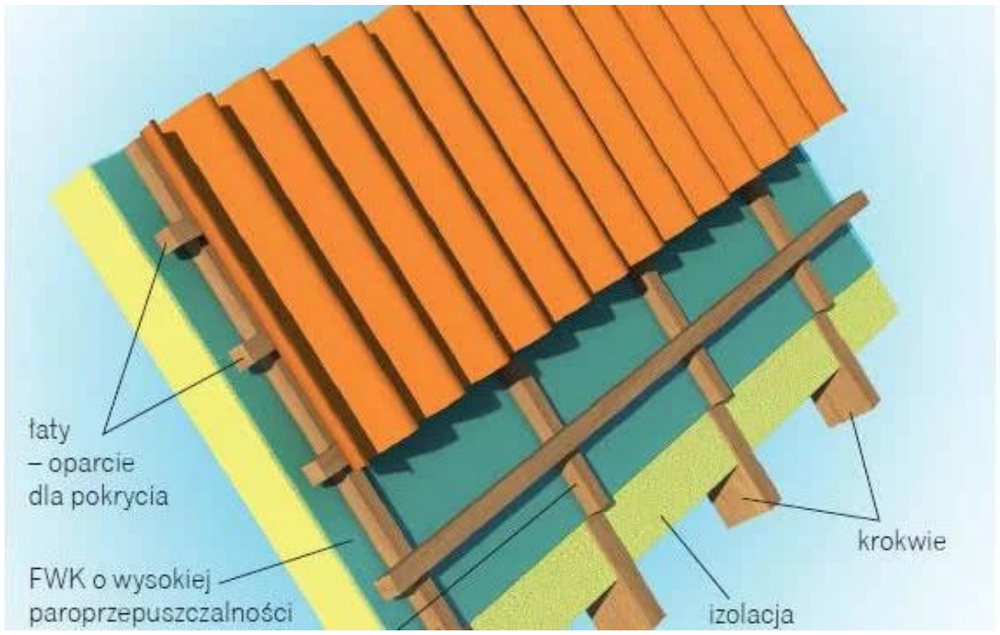


DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE NA DACH SKOŚNY







1. Okładzina obudowy poddasza
2. Folia paroizolacyjna
3. Warstwa termoizolacji poddasza (wełna mineralna)
4. Krokiew
5. Murłata
6. Folia wstępnego krycia
7. Kontrłata drewniana
8. Łata
9. System rynnowy
10. Gąsior kalenicy
11. Pokrycie dachowe

DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE NA DACH SKOŚNY - BIPV





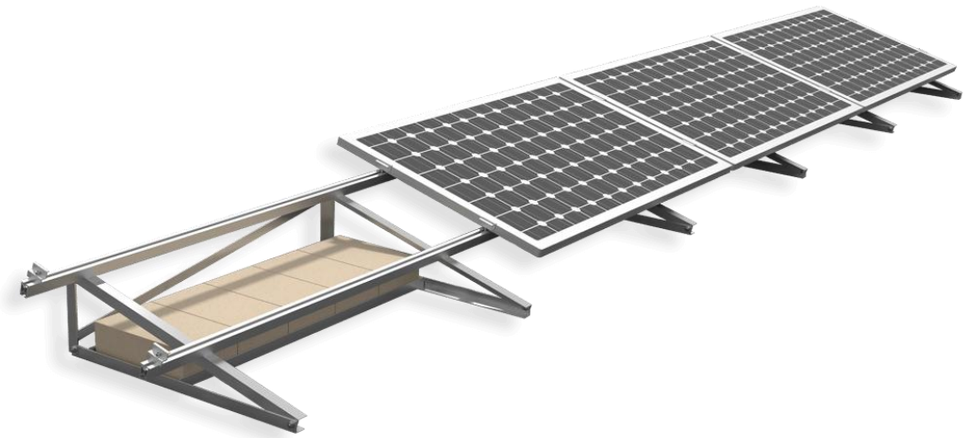


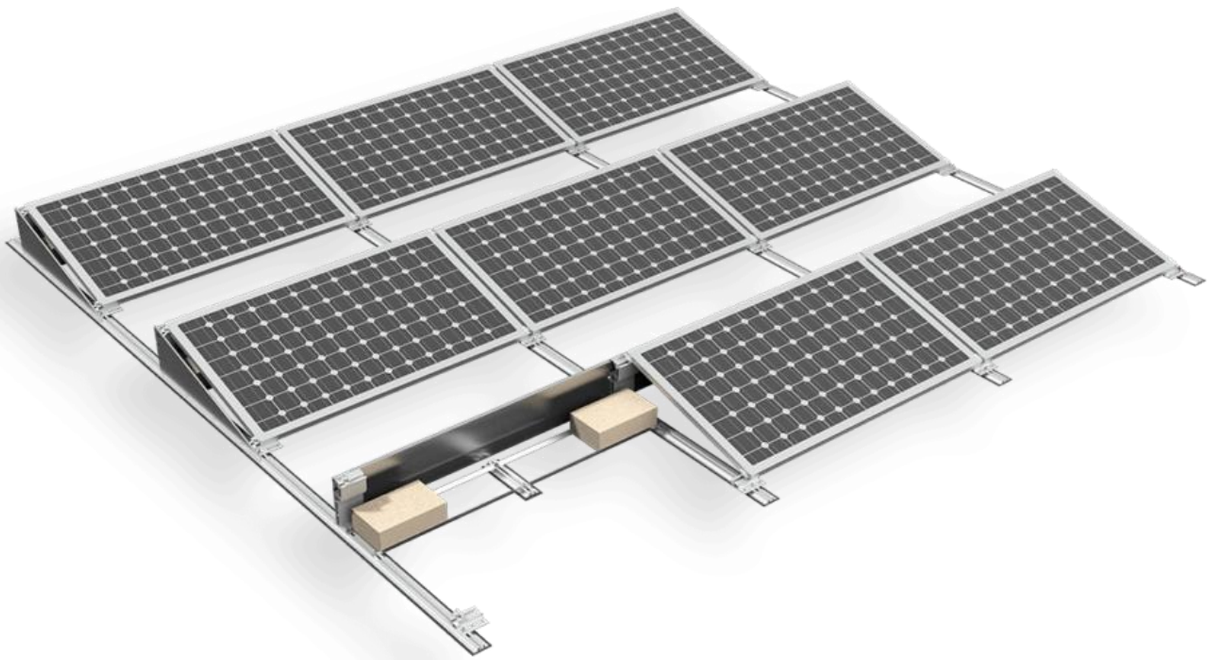


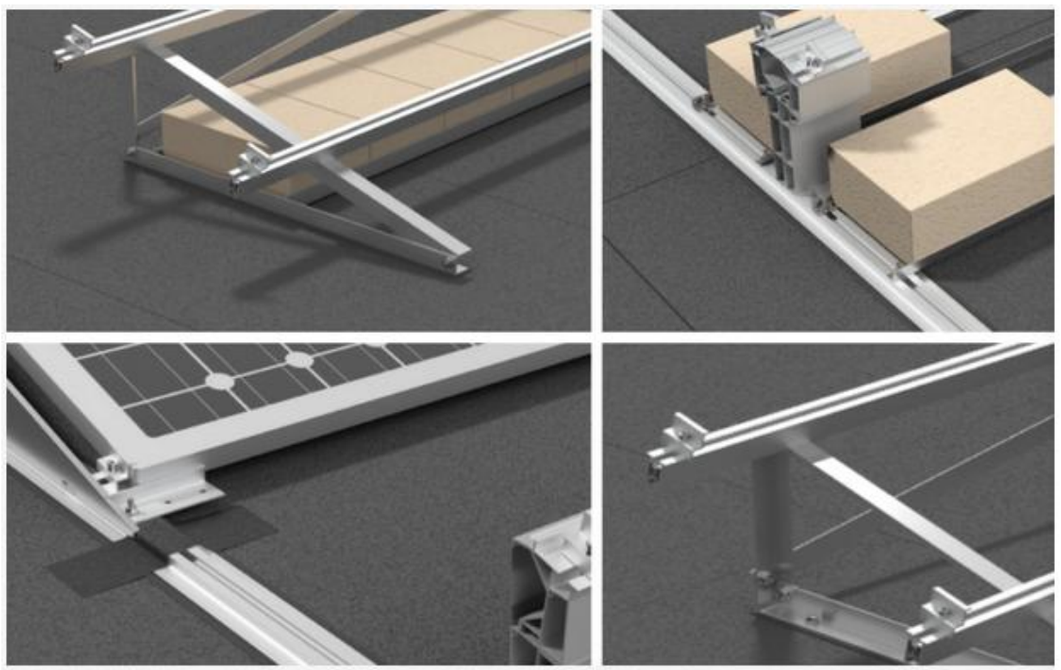
DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE NA DACH PŁASKI – SYSTEM BEZINWAZYJNY

- Zaletą systemu bezinwazyjnego jest brak konieczności naruszania poszycia dachowego.
- Wyróżniamy dwa rodzaje systemów: zgrzewane i balastowe.
- Przed przystąpieniem do montażu systemu balastowego należy sprawdzić nośność dachu.







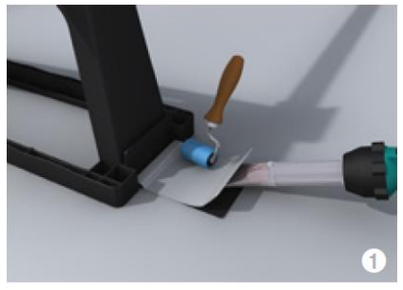
DOBÓR KONSTRUKCJI

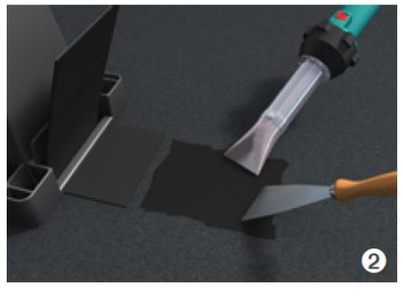
KNSTRUKCJE NA DACH PŁASKI – SYSTEM BEZINWAZYJNY ZGRZEWANY

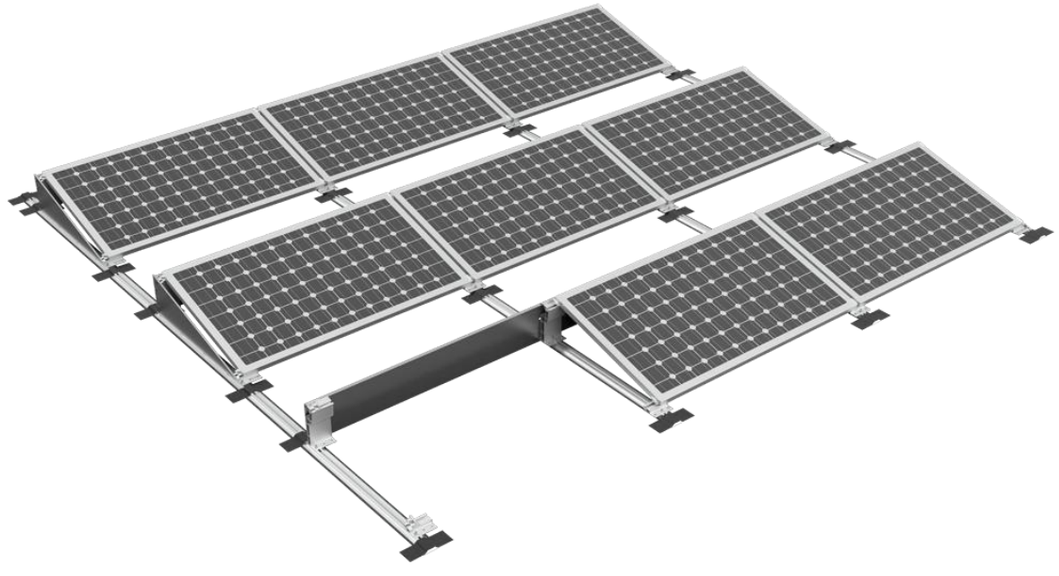










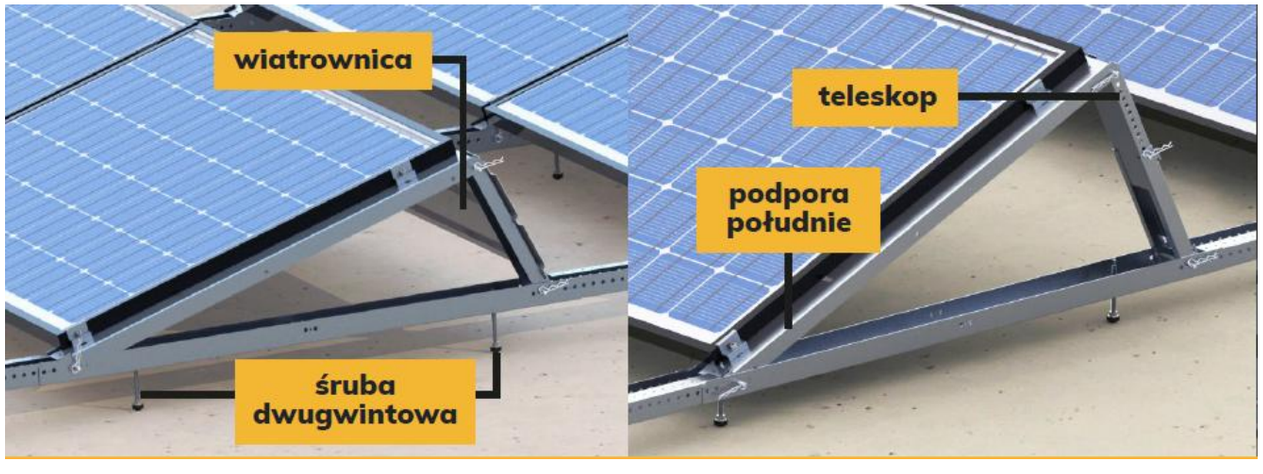


DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE NA DACH PŁASKI

- Montaż na dachu płaskim wymaga naruszenia szczelności poszycia dachowego oraz wkręcenie się konstrukcją do elementów nośnych dachu.
- Zaletą systemu jest brak konieczności stosowania dodatkowych balastów.
- Wybór tego sposobu montażu będzie zależał od rodzaju konstrukcji pod poszyciem dachowym.







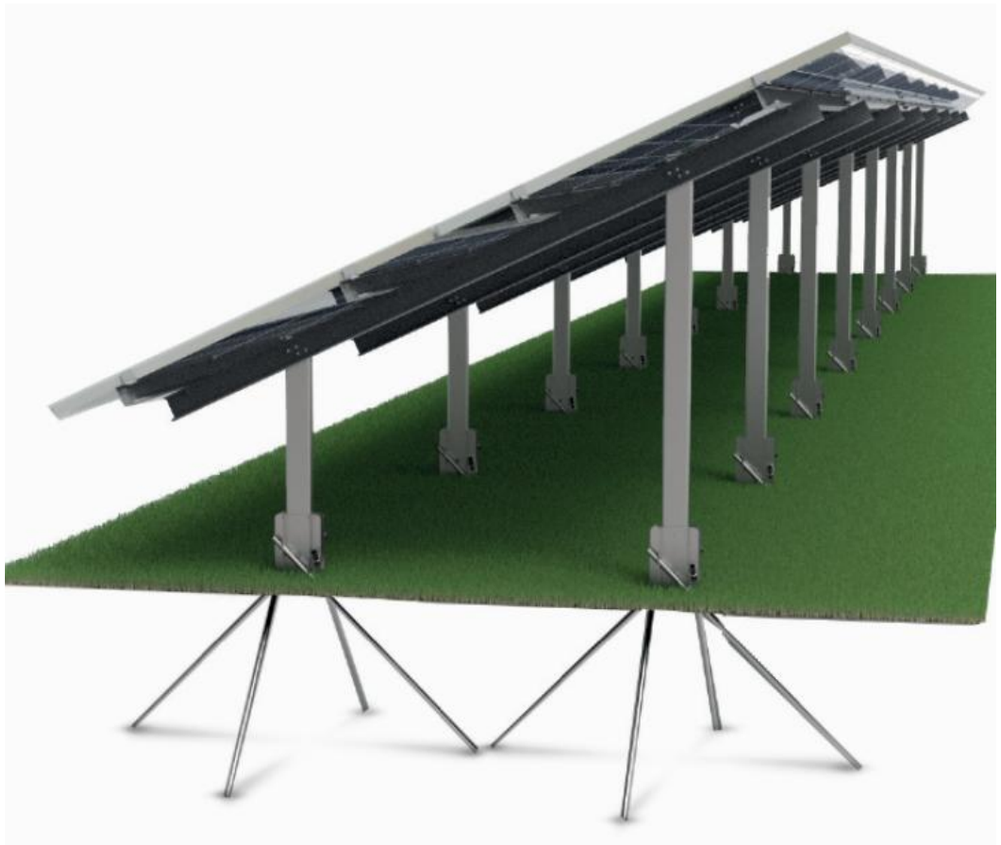
DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE GRUNTOWE









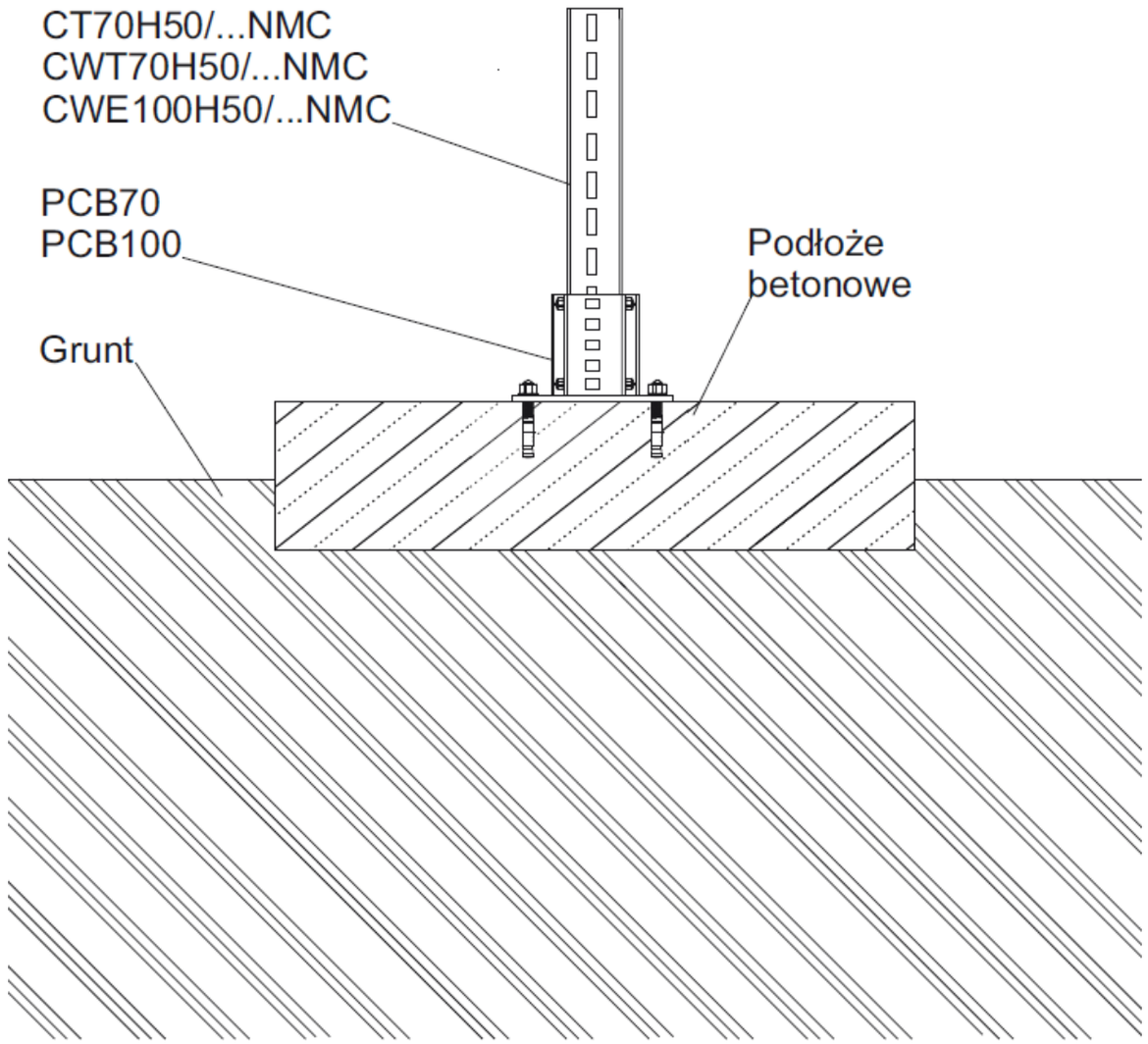
DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE GRUNTOWE





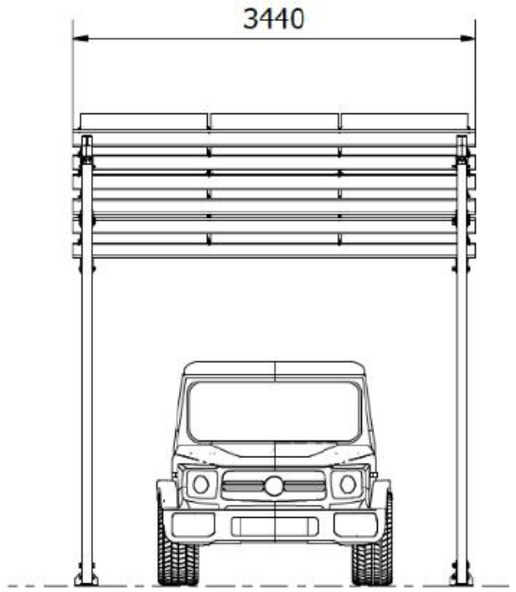
K - konstrukcja kotwiona:
- słupy podporowe kotwione do fundamentu betonowego
- możliwość stosowania kotew mechanicznych lub chemicznych



DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE GRUNTOWE









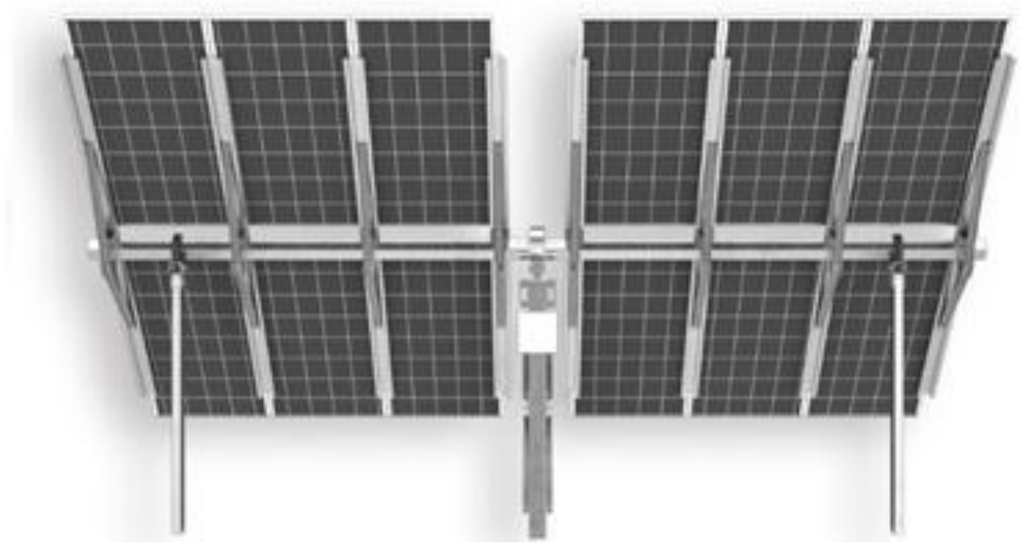


DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE GRUNTOWE







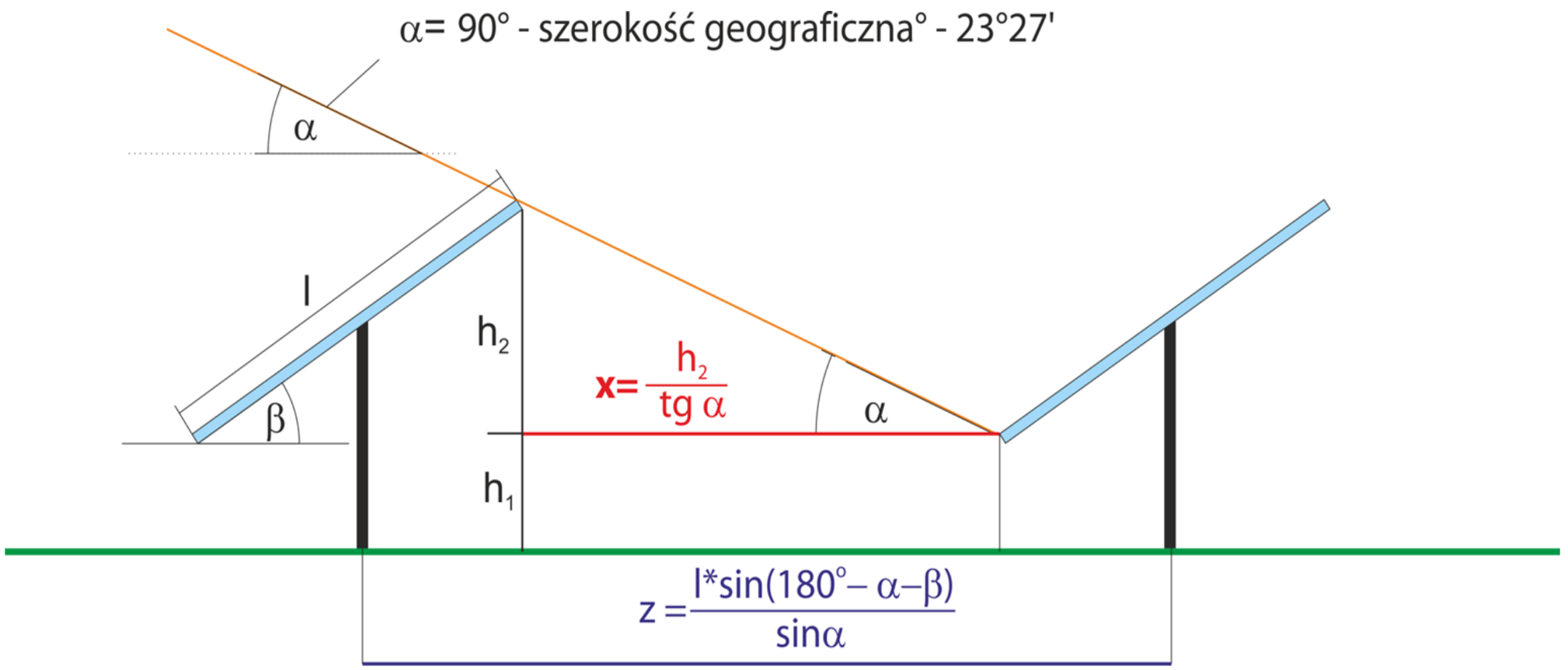
TRAKER JEDNOOSIOWY



TRAKER DWUOSIOWY

DOBÓR KONSTRUKCJI

KNSTRUKCJE GRUNTOWE



	Polska południowa	Polska północna
Kąt pochylenia	30 [°]	30 [°]
Długość modułów	2 [m]	2 [m]
Kąt w zimie	17,5 [°]	12,55 [°]
Odległość między rzędami (x)	4,9 [m]	6,2 [m]

6. DOBÓR PRZEWODÓW



Właściwy dobór przewodów musi uwzględniać:

- wytrzymałość mechaniczną (miejsce układania)
- długotrwałą obciążalność prądową przewodu
- przeciążalność i warunki zwarciowe
- spadki napięcia (zalecany do 1%)

Zgodnie z norma PN-EN 60445 ze względu na funkcje pełnione w instalacjach elektrycznych wyróżnia się:

1) Przewody czynne a.c.: liniowe (L), neutralny (N), środkowy (M);
2) Przewody czynne d.c: przewód dodatni (L+), przewód ujemny (L-);
3) Przewody ochronne: (PE, PEN, PEL*, PEM**);
4) Przewody połączeń ochronnych wyrównawczych (PB),
   – uziemiony (PBE),
   – nieuziemiony (PBU);
5) Przewody uziemiające:
   – przewód uziemiający funkcjonalny (FE),
   – przewód wyrównawczy funkcjonalny (FB).



DOBÓR PRZEWODÓW

DOBÓR PRZEWODÓW



Dane techniczne	Budowa	Właściwości
– **Napięcie nominalne** 1800 V DC-1200V AC – **Temperatura pracy** minimalna –40°C maksymalna +90°C – **Temperatura układania** minimalna –40°C – **Temperatura zwarcia** maksymalna +250°C – **Maksymalne obciążenie wzdłużne** 15 N/mm^2 – **Minimalny promień gięcia** 4 x Ø kabla	– elastyczny przewód jednożyłowy do połączeń w instalacjach fotowoltaicznych, podwójnie izolowany, bezhalogenowy, płomienioodporny – żyła miedziana, pobielana, 5kl. – izolacja – specjalna guma usieciowana G21 – izolacja zewnętrzna – specjalna usieciowana mieszanka gumy M21 – LSOH= bezhalogenowy, niska emisja dymu – kolor izolacji wewnętrznej: czarny – kolor izolacji zewnętrznej: niebieski, czerwony, czarny	– jednożyłowy przewód zgodny z CEI 20-91 – rozprzestrzenianie płomienia wg EN 60332-1-2 – emisja gazów wg EN 50267-2-1 – gęstość dymu wg EN 61034-2 – korozyjność gazów wg EN 50267-2-2 – dyrektywa niskonapięciowa 2006/95/CE – dyrektywa ROHS 2011/65/CE – certyfikat jakości CA01.00546 – przewidywany okres eksploatacji 25 lat



DOBÓR PRZEWODÓW

UPROSZCZONY WZÓR NA PRZEKRÓJ UWZGLĘDNIAJĄCY ZAKŁĄDANY SPADEK NAPIĘCIA

$$S = \frac{P_{MPP} * l}{U^2 * \gamma * \Delta U_{\%dop}} [mm^2]$$



Gdzie:

S – przekrój przewodu [mm^2]

P_{MPP} - moc łańcucha/stringu[W]

l – całkowita długość przewodu [m] (2x dł. od falownika do modułów)

U – napięcie obwodu MPP (napięcie robocze U_{MPP}) [V]

γ – przewodność właściwa [m/Ω*mm^2] (dla miedzi γ =55)

$\Delta U_{\%dop}$ – dopuszczalny spadek napięcia [%] (1% = 0,01)

PRZYKŁAD

20 modułów 500Wp=10000Wp

$$S = \frac{10000 * 80}{683{,}2^2 * 55 * 0{,}01} = 3{,}11\ [mm^2]$$

10 modułów 500Wp =5000Wp

$$S = \frac{5000 * 60}{341{,}6^2 * 55 * 0{,}01} = 4{,}67\ [mm^2]$$

Dla 20 modułów dobieramy przekrój przewodu większy niż 3 mm^2. W katalogu tj. 4 mm^2.

Dla 10 modułów dobieramy przekrój przewodu większy niż 4 mm^2. W katalogu tj. 6 mm^2.

DOBÓR PRZEWODÓW

Liczba żył x przekrój [mm²]	Kolor opony	Średnica. zew. w mm	Waga Cu kg/km	Waga ok. kg/km
1 x 2,5	czarny	4,5	24,0	42,0
1 x 2,5	niebieski	4,5	24,0	42,0
1 x 2,5	czerwony	4,5	24,0	42,0
1 x 4	czarny	5,2	38,4	60,0
1 x 4	niebieski	5,2	38,5	60,0
1 x 4	czerwony	5,2	38,4	60,0
1 x 6	czarny	5,9	57,6	82,0
1 x 6	niebieski	5,9	57,6	82,0
1 x 6	czerwony	5,9	57,6	82,0
1 x 10	czarny	6,9	96,0	123,0
1 x 10	niebieski	6,9	96,0	123,0
1 x 10	czerwony	6,9	96,0	123,0
1 x 16	czarny	8,3	153,6	190,0
1 x 16	niebieski	8,3	153,6	190,0
1 x 16	czerwony	8,3	153,6	190,0
1 x 25	czarny	10,0	240,0	285,0
1 x 35	czarny	11,0	336,0	376,0
1 x 50	czarny	13,0	480,0	530,0
1 x 70	czarny	15,3	672,0	745,0
1 x 95	czarny	17,0	912,0	960,0
1 x 120	czarny	19,1	1152,0	1220,0
1 x 150	czarny	22,7	1440,0	1550,0
1 x 185	czarny	25,5	1776,0	1930,0
1 x 240	czarny	28,3	2304,0	2550,0

DOBÓR PRZEWODÓW

ZE WZGLĘDU NA OBCIĄŻALNOŚĆ DŁUGOTRWAŁĄ

dla obwodu jednofazowego

$$I_B = \frac{P}{U_{nf} * cos\varphi}$$

dla obwodu trójfazowego

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * cos\varphi}$$

Gdzie:

I_B - maksymalny prąd roboczy falownika [A]

U_{nf} – napięcie fazowe [V]

U_n – napięcie międzyfazowe [V]

P – moc falownika po stronie AC [W]

$cos\varphi$– współczynnik mocy/przesunięcia fazowego, przyjmuje się 1 dla falowników

Prawidłowo dobrany przekrój przewodu powinien spełniać warunek:

$$I_Z > I_B$$

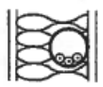
Gdzie:

I_Z - dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dla danego typu i przekroju przewodu, [A]. Wartość tą można przyjąć z tabel umieszczonych w katalogu producenta przewodów, lub wg normy PN-IEC 60364-5-53:2001

I_B - prąd obliczeniowy (roboczy) linii, [A]

Prawidłowo dobrany przewód, oprócz warunku obciążalności długotrwałej powinien spełniać również warunek dopuszczalnego spadku napięcia (według norm i dobrych praktyk do 1%).

Obciążalność prądowa długotrwała przewodu wg normy PN-IEC 60364-5-523

Przekrój znamionowy żyły mm²	Instalacja wykonana sposobami podanymi w tablicy 52-B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Miedź						
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18
2,5	18	17,5	21	20	24	24
4	24	23	28	27	32	31
6	31	29	36	34	41	39
10	42	39	50	46	57	52
16	56	52	68	62	76	67
25	73	68	89	80	96	86
35	89	83	110	99	119	103
50	108	99	134	118	144	122
70	136	125	171	149	184	151
95	164	150	207	179	223	179
120	188	172	239	206	259	203
150	216	196	–	–	299	230
185	245	223	–	–	341	258
240	286	261	–	–	403	297
300	328	298	–	–	464	336
Aluminium						
2,5	14	13,5	16,5	15,5	18,5	18,5
4	18,5	17,5	22	21	25	24
6	24	23	28	27	32	30
10	32	31	39	36	44	40
16	43	41	53	48	59	52
25	57	53	70	62	73	66
35	70	65	86	77	90	80
50	84	78	104	92	110	94
70	107	98	133	116	140	117
95	129	118	161	139	170	138
120	149	135	186	160	197	157
150	170	155	–	–	227	178
185	194	176	–	–	259	200
240	227	207	–	–	305	230
300	261	237	–	–	351	260

UWAGA – W kolumnach 3, 5, 6 i 7 przyjęto, że żyły o przekrojach do 16 mm² włącznie są okrągłe. Wartości dla większych przekrojów odnoszą się do żył sektorowych i mogą być bezpiecznie stosowane do żył okrągłych.

DOBÓR PRZEWODÓW

DOPUSZCZALNY SPADEK NAPIĘCIA:

dla obwodu jednofazowego

$$\boldsymbol{\Delta U\%} = \frac{\boldsymbol{200 * P * l}}{\boldsymbol{U_{nf}^2 * \gamma * S}}\,[\%]$$

dla obwodu trójfazowego

$$\boldsymbol{\Delta U\%} = \frac{\boldsymbol{100 * P * l}}{\boldsymbol{U_n^2 * \gamma * S}}\,[\%]$$

Dopuszczalne wartości według normy dla odbiorników $\Delta U_{\%dop}$ = 3 %

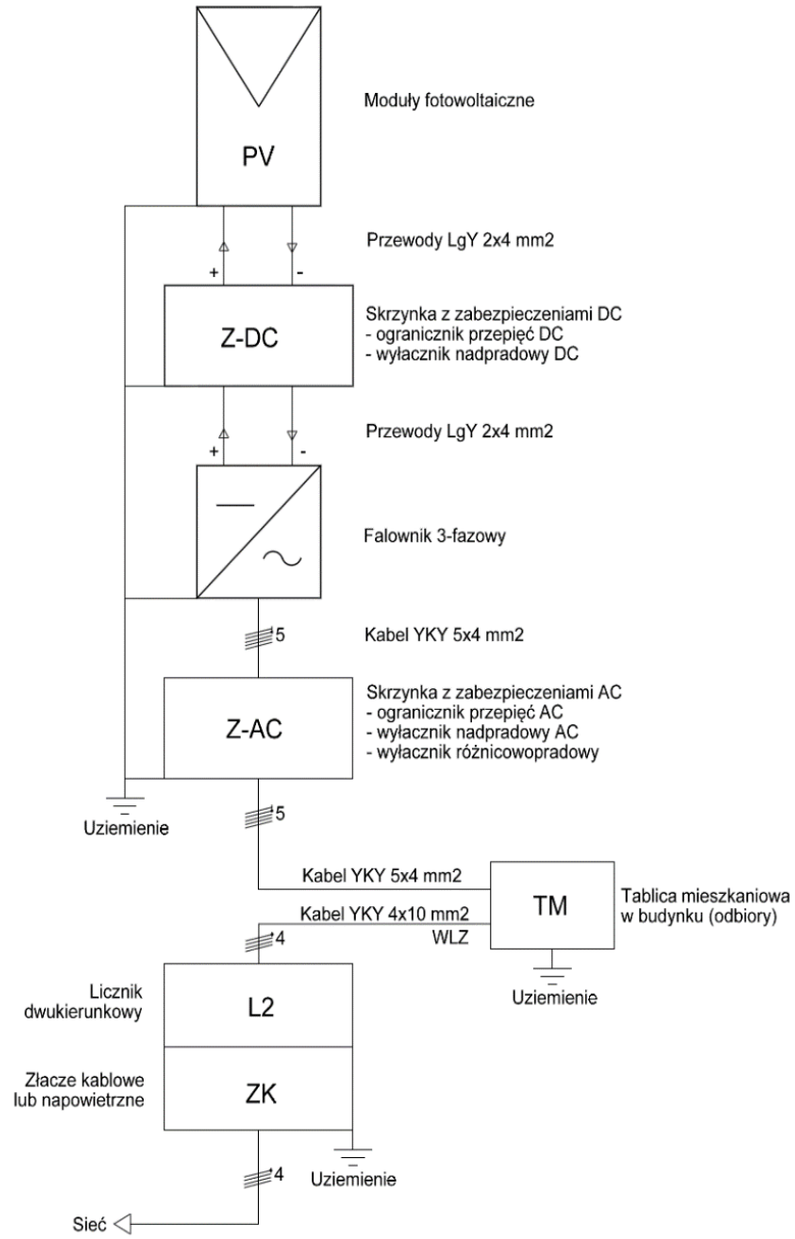
Dopuszczalne wartości według dobrych praktyk $\Delta U_{\%dop}$ = 1 %

PRZYKŁAD:

$$\boldsymbol{\Delta U\%} = \frac{\boldsymbol{200 * 4600 * 15}}{\boldsymbol{230^2 * 55 * 4}} = \boldsymbol{1,19}\,[\%] \qquad \boldsymbol{\Delta U\%} = \frac{\boldsymbol{100 * 5000 * 15}}{\boldsymbol{400^2 * 55 * 2,5}} = \boldsymbol{0,21}\,[\%]$$

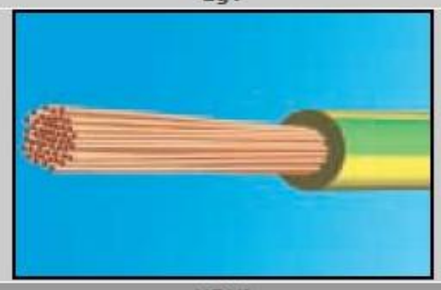
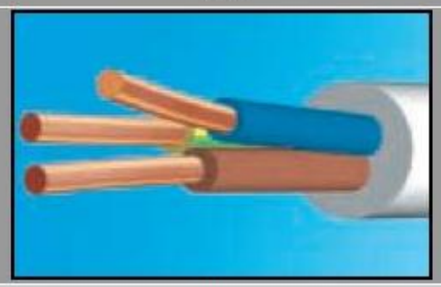
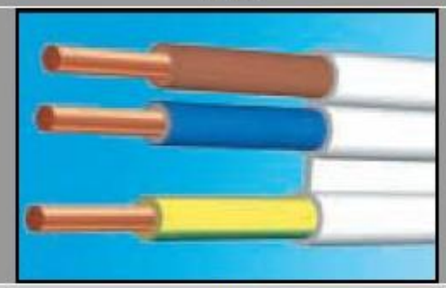
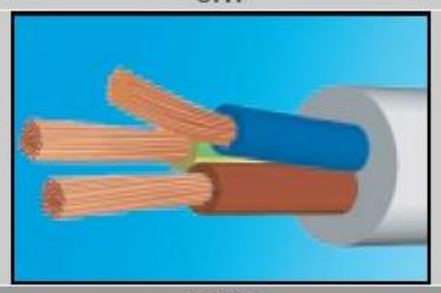
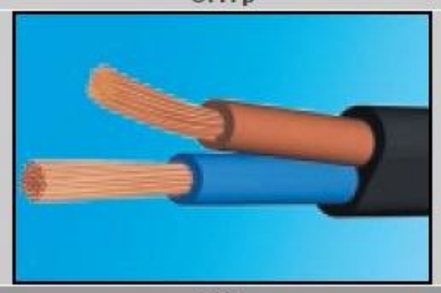
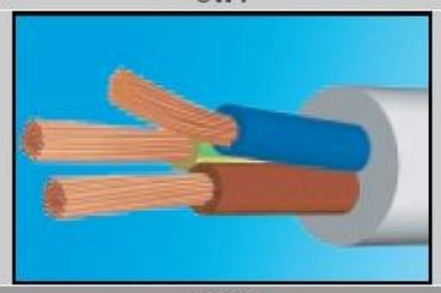
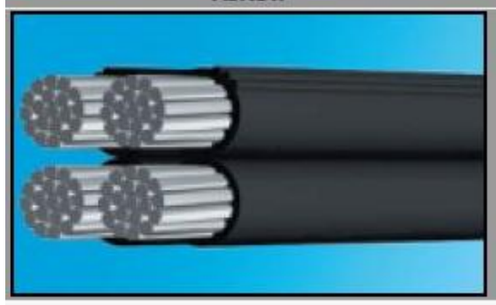
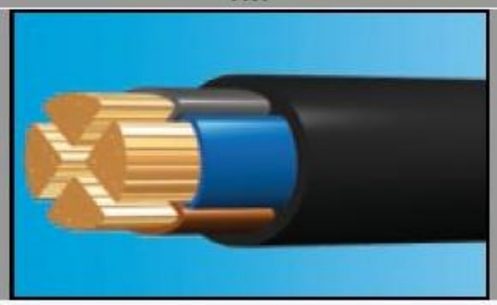
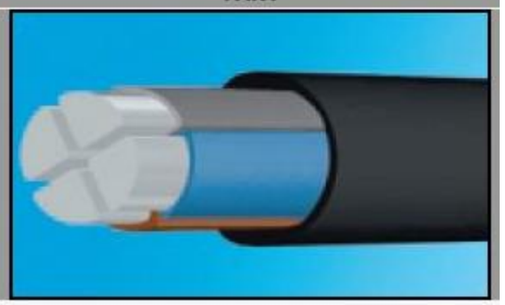
$$\Delta U = \frac{\Delta U\%}{100} * U_n = \frac{1{,}19}{100} * 230 = 2{,}73\,[V]$$

$\Delta U\% < \Delta U_{\%dop}$ - warunek spełniony gdyż spadek napięcia jest mniejszy niż 1%



$$S = \frac{2 * P * l}{\boldsymbol{U_{nf}^2} * \gamma * \Delta U_{\%dop}}\,[mm^2] \qquad S = \frac{P * l}{\boldsymbol{U_n^2} * \gamma * \Delta U_{\%dop}}\,[mm^2]$$

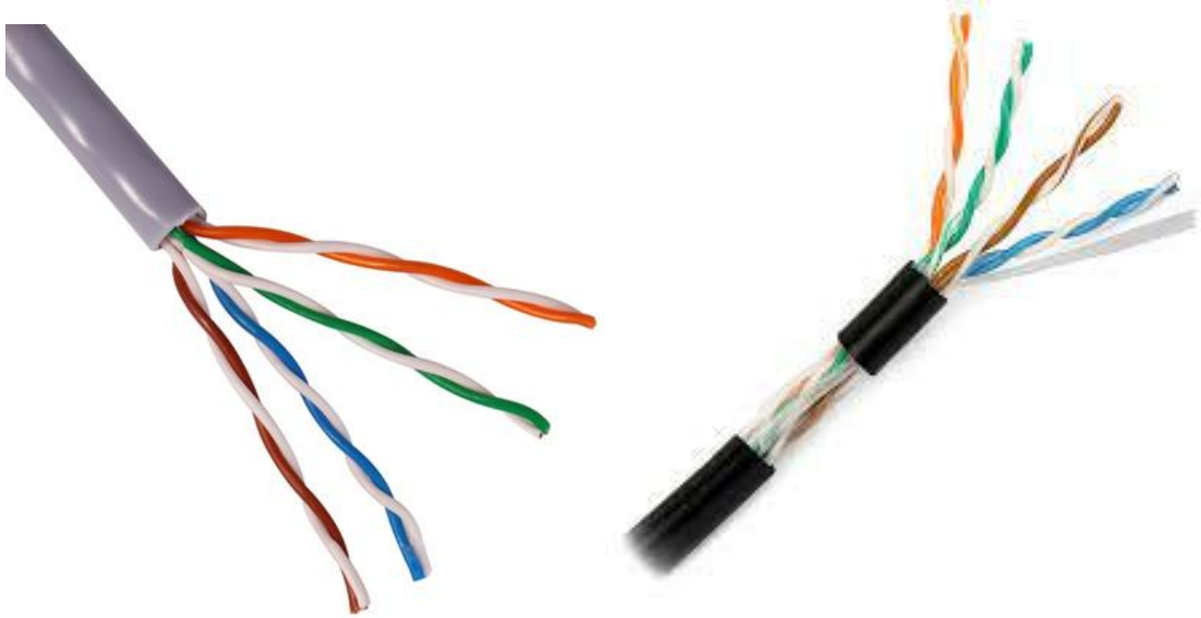
DOBÓR PRZEWODÓW

DY	DYc	LgY
		
YDY	**YDYp**	**YDYt**
		
OMY	**OMYp**	**OWY**
		
AsXSn	**YKY**	**YAKY**
		

DY - przewód o żyle miedzianej, jednodrutowej (D) oraz o izolacji z polwinitu zwykłego (Y)
DYc - przewód o żyle miedzianej, jednodrutowej (D) oraz o izolacji z polwinitu odpornego na ciepło (Yc)
LgY - przewód o żyle miedzianej, wielodrutowej (L), giętkiej (g) oraz o izolacji z polwinitu zwykłego (Y)
YDY - przewód o żyłach miedzianych, jednodrutowych (D) oraz o izolacji z polwinitu zwykłego (Y) i powłoce polwinitowej (Y)
YDYp - przewód o żyłach miedzianych, jednodrutowych (D) oraz o izolacji z polwinitu zwykłego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), płaski (p)
YDYt - przewód o żyłach miedzianych, jednodrutowych (D) oraz o izolacji z polwinitu zwykłego (Y) i powłoce polwinitowej (Y), wtynkowy (t)
OMY - przewód oponowy (O), mieszkaniowy (M), o żyłach miedzianych oraz izolacji i oponie polwinitowej (Y), okrągły
OMYp - przewód oponowy (O), mieszkaniowy (M), o żyłach miedzianych oraz izolacji i oponie polwinitowej (Y), płaski (p)
OWY - przewód oponowy (O), warsztatowy (M), o żyłach miedzianych oraz izolacji i oponie polwinitowej (Y), okrągły
AsXSn - przewód elektroenergetyczny samonośny (s) o żyłach aluminowych (A) oraz o instalacji z polietylenu usieciowanego (XS), odporny na rozprzestrzenianie się ognia (n)
YKY - kabel (K) elektroenergetyczny o izolacji polwinitowej (Y) i powłoce polwinitowej (Y), z żyłami miedzianymi
YAKY - kabel (K) elektroenergetyczny o izolacji polwinitowej (Y) i powłoce polwinitowej (Y), z żyłami aluminiowymi

DOBÓR PRZEWODÓW



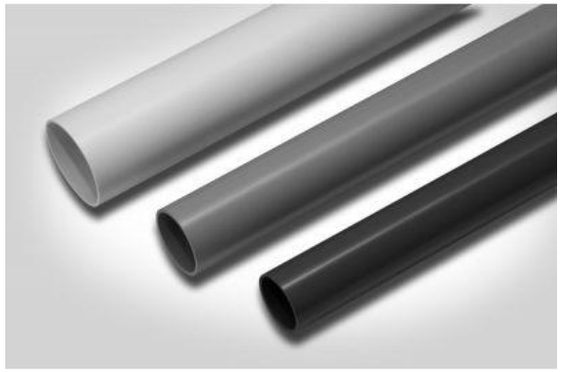


- Przewody stosowane do połączeń specjalnych np. mikroinwertery.
- Przewody umieszczane w trudnych warunkach środowiskowych.
- Przewody sieciowe do połączeń komunikacyjnych pomiędzy falownikami, licznikami energii ect.
- Przewody umieszczane w korytach kablowych lub w ziemi.

DOBÓR PRZEWODÓW

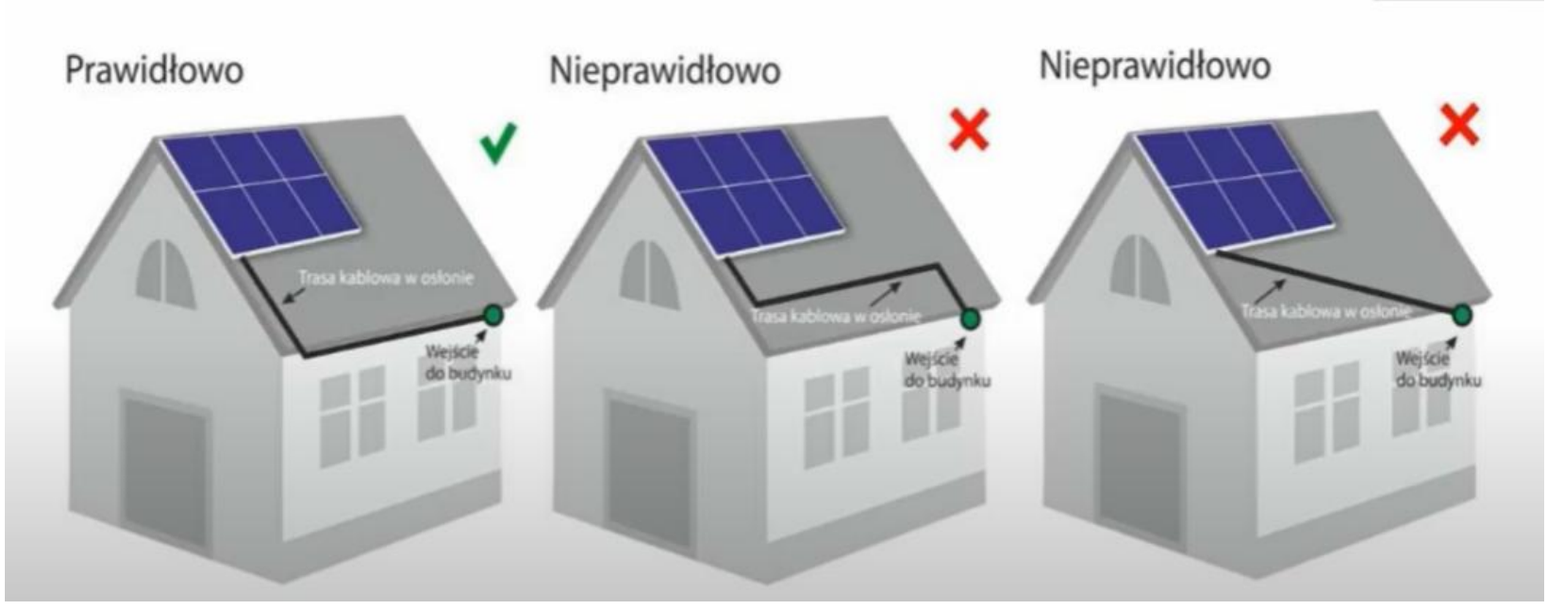
PROWADZENIE PRZEWODÓW DC I AC







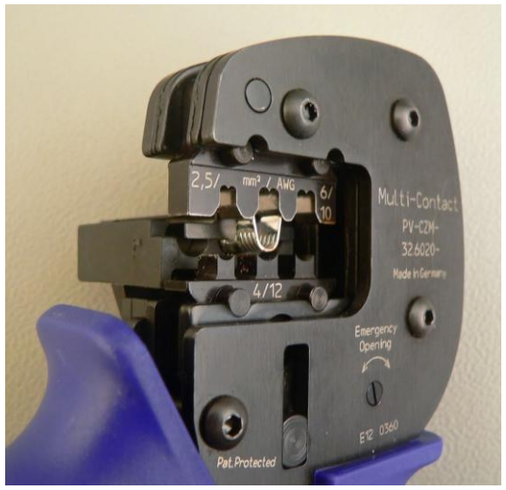






DOBÓR PRZEWODÓW

POŁĄCZENIE PRZEWODÓW DC









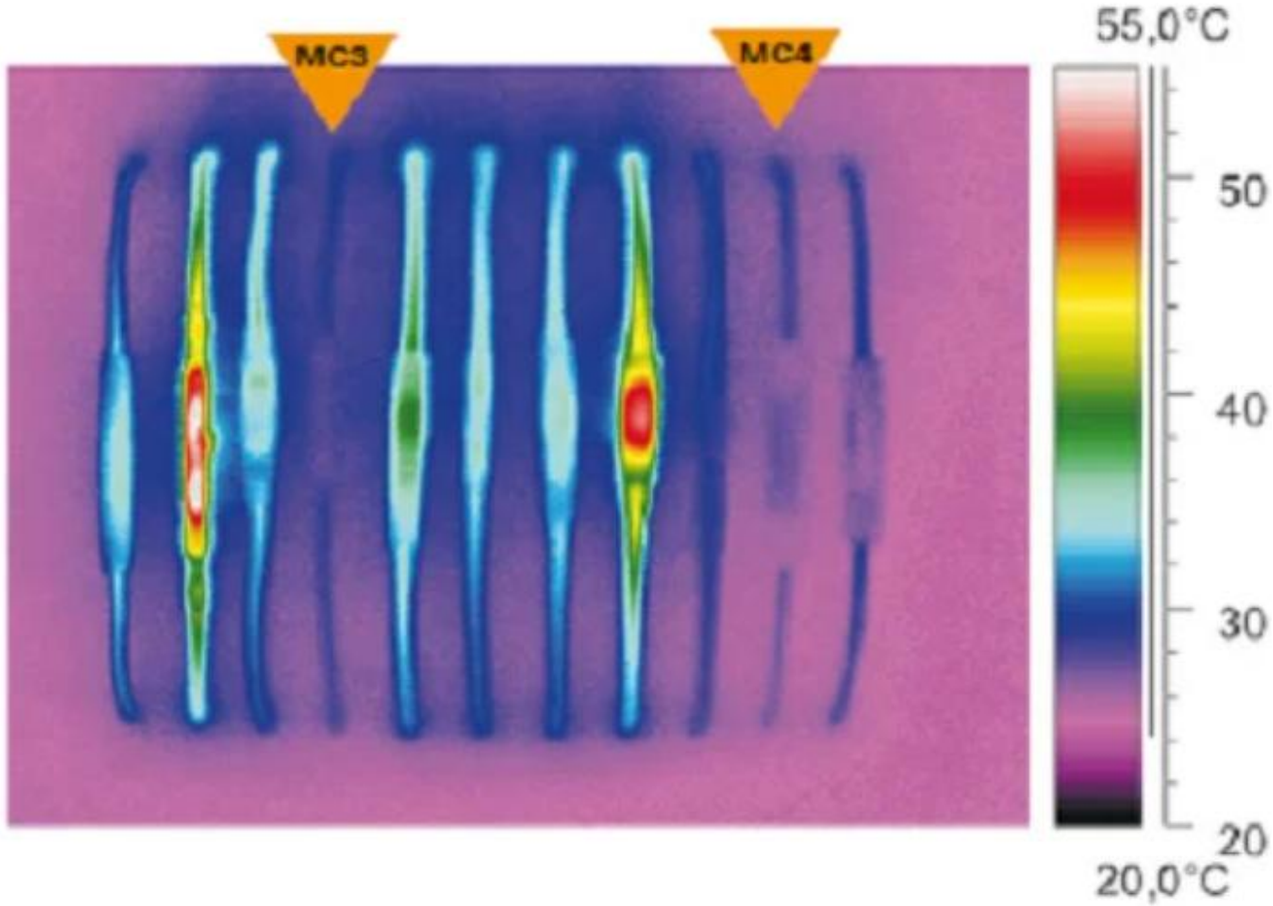




DOBÓR PRZEWODÓW

POŁĄCZENIE PRZEWODÓW DC









7. DOBÓR ROZDZIELNIC ELEKTYCZNYCH

- Wykonane zgodne z normami EN 60670-1
- Posiadające klasę szczelności IP 65, umożliwiającą zastosowanie wewnątrz oraz na zewnątrz budynku,
- Posiadające II klasę ochronności,
- Odpowiednie do stosowania na stronę DC do 1000V oraz AC do 500V,
- Odporne na promieniowanie UV oraz warunki atmosferyczne,
- Wyposażone w estetyczną obudowę z przezroczystymi drzwiczkami (podgląd stanu zadziałania zabezpieczeń).







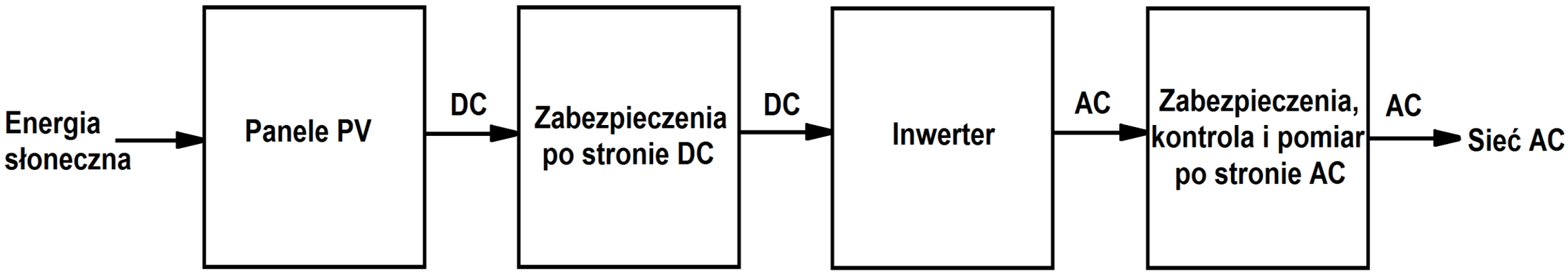


DOBÓR ROZDZIELNIC ELEKTYCZNYCH





8. DOBÓR ZABEZPIECZEŃ



DC:

- ogranicznik przepięć (T2 lub T1+T2, gdy nie zachowamy odstępu izolacyjnego)
- rozłącznik DC
- bezpieczniki topikowe (gPV) -> gdy łączymy równolegle >2 łańcuchy modułów

DC P.POŻ.:

- optymalizatory mocy z funkcją napięcia bezpiecznego
- zabezpieczenie rozłącznikowe awaryjne
- zabezpieczenie zwarciowe (np. AFCI)

AC:

- ogranicznik przepięć T2 (lub T1+T2)
- wyłącznik nadprądowy (3P lub 3P+N)
- rozłącznik z wkładkami bezp. (dla większych mocy)

AC P.POŻ.

- wyłącznik różnicowoprądowy (100mA, 300mA)

DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

STRONA DC – BEZPIECZNIKI TOPIKOWE



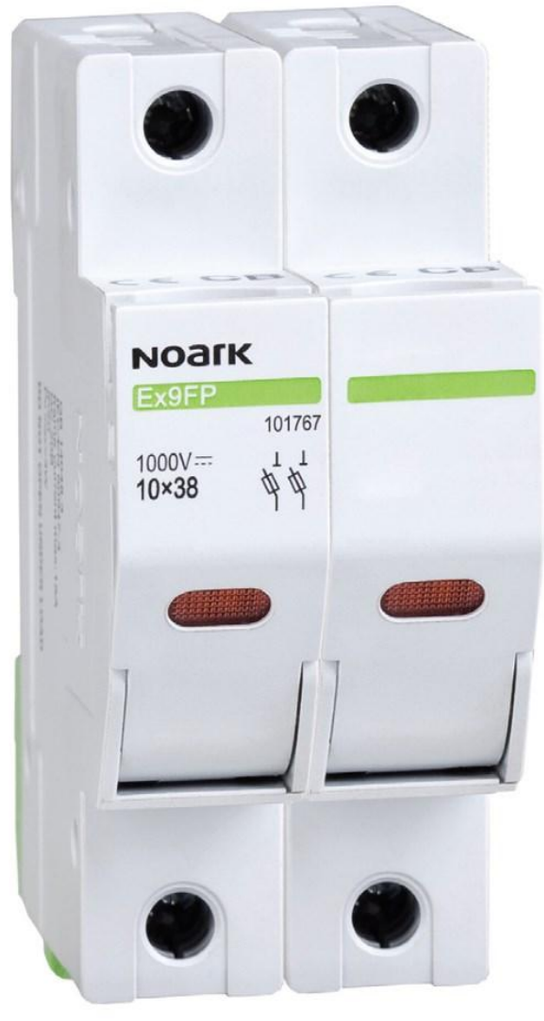
Ważne aby zabezpieczenie nadprądowe miało charakterystykę gPV.

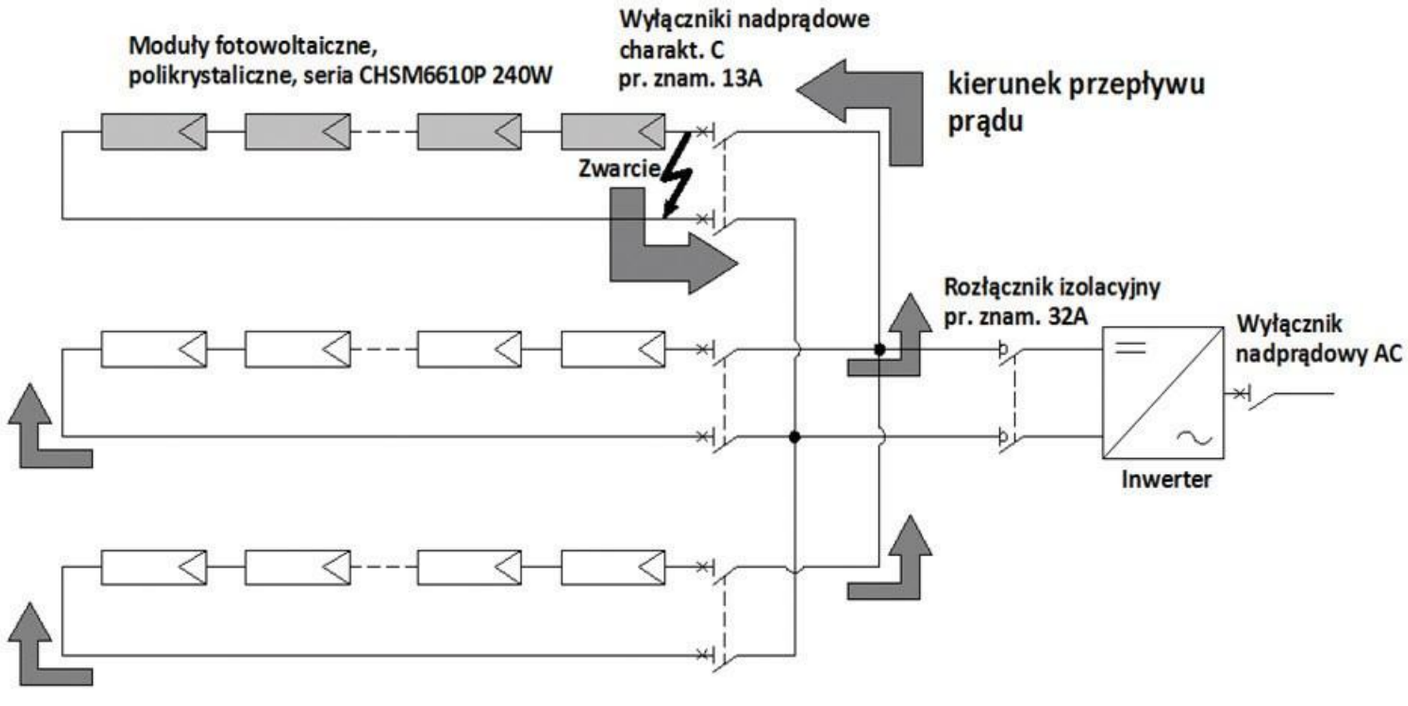
$$I_n > \frac{I_{sc}}{K} \cdot 1{,}4 \qquad i \qquad I_n < \frac{I_{sc}}{K} \cdot 2{,}0$$

I_n - prąd znamionowy zabezpieczenia

I_{sc} - prąd zwarcia generatora prądu (modułów)

K - współczynnik korygujący w zależności od temperatury otoczenia





DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

STRONA DC – OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DC

Przy wyborze ochronnika przepięciowego należy uwzględnić:

- **Napięcie robocze systemu PV** – wartość napięcia musi odpowiadać specyfikacji instalacji.
- **Prąd udarowy** – im wyższa wartość prądu, tym lepsza ochrona przed dużymi przepięciami.
- **Klasa ogranicznika przepięć dla PV** – rekomendowane są urządzenia klasy T1+T2 dla kompleksowej ochrony.

NORMY PN:

- **PN-IEC 61643-1** Urządzenia ograniczające przepięcia dołączone do sieci rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania techniczne i metody badań.
- **PN-IEC-60364-4-442** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami .Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.
- **PN-IEC 60364-4-443:1999** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.
- **PN-HD 60364-7-712:2007** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wytyczne dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.



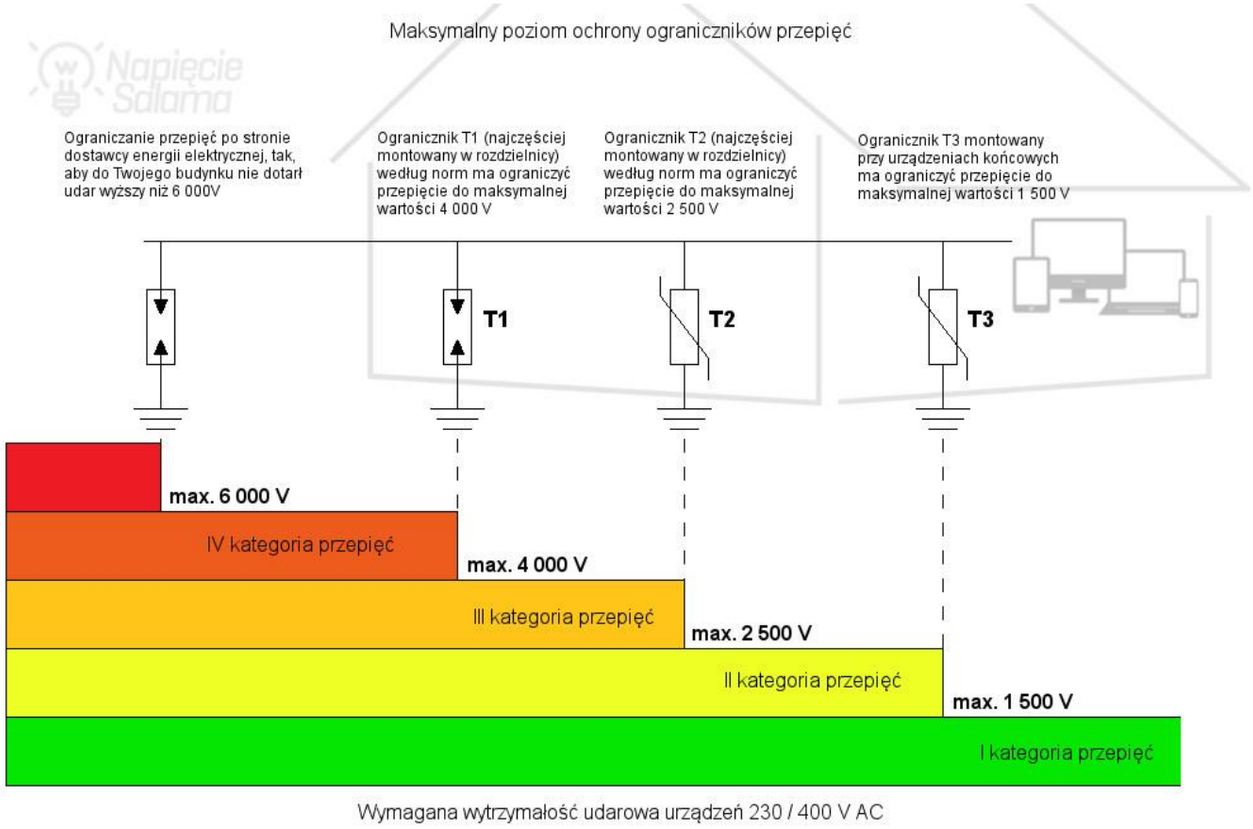
DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

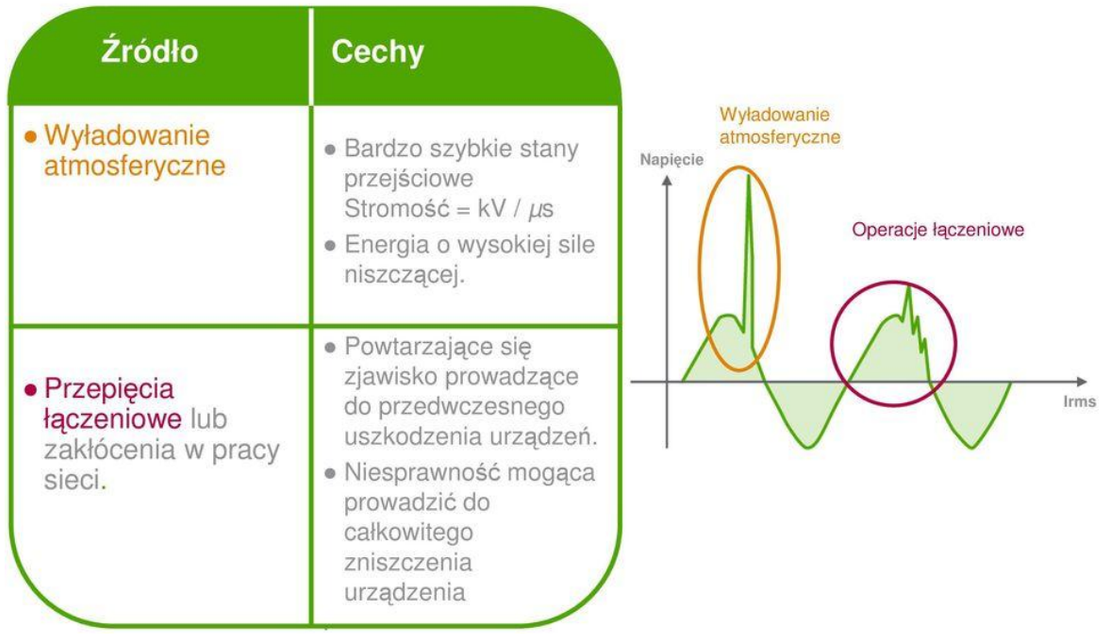
STRONA DC – OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DC

PRZEPIĘCIA WYINDUKOWANE – ograniczniki przepięć - Dobór ograniczników przepięć dla instalacji fotowoltaicznej wiąże się z oceną analizy ryzyka oraz oceną uszkodzeń powodowanych przez wyładowanie piorunowe, ustaloną zgodnie z normą PN-EN 62305.

Ze względu na stopień ochrony możliwość odprowadzenia ograniczniki dzielimy na :

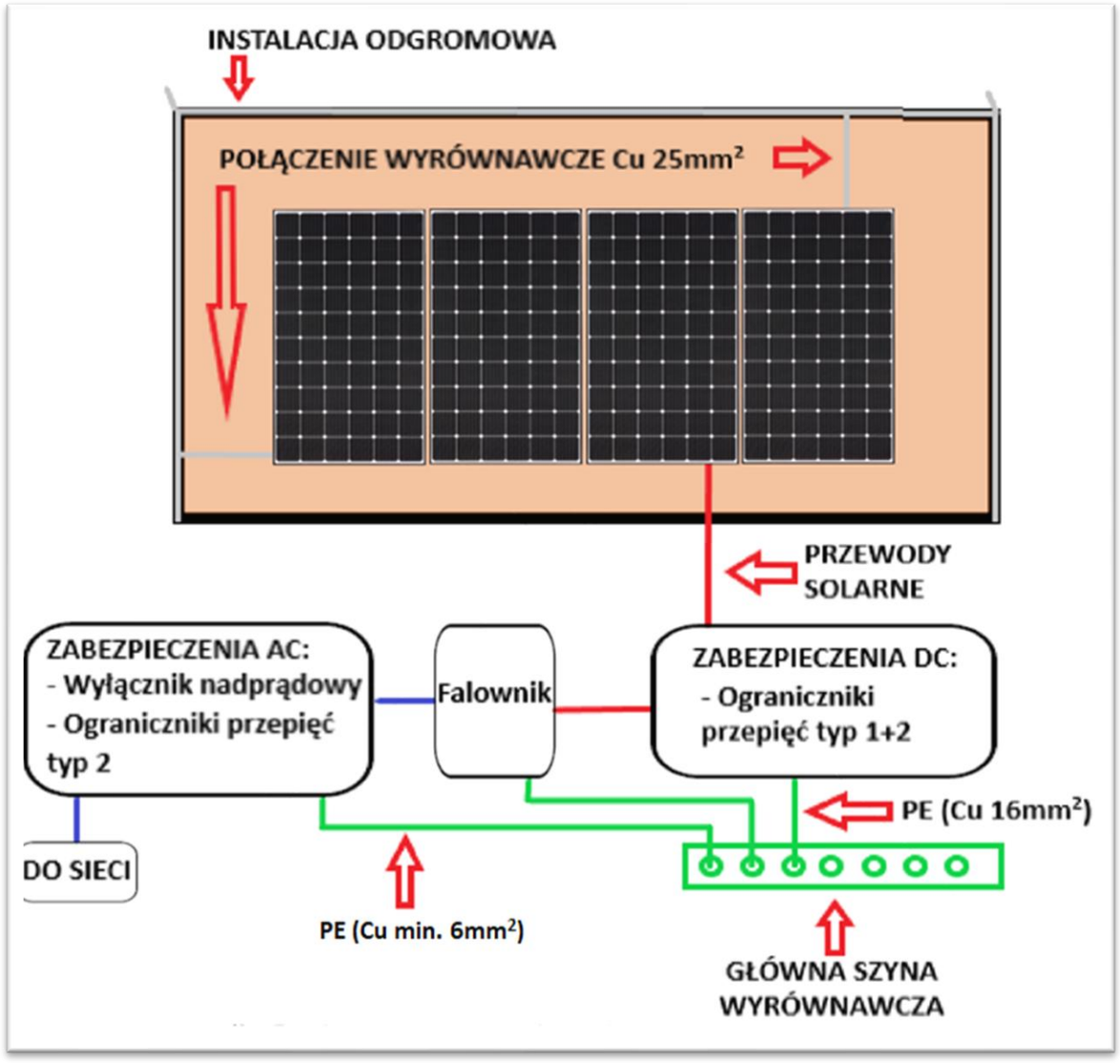
- typu 1
- typu 1 + 2

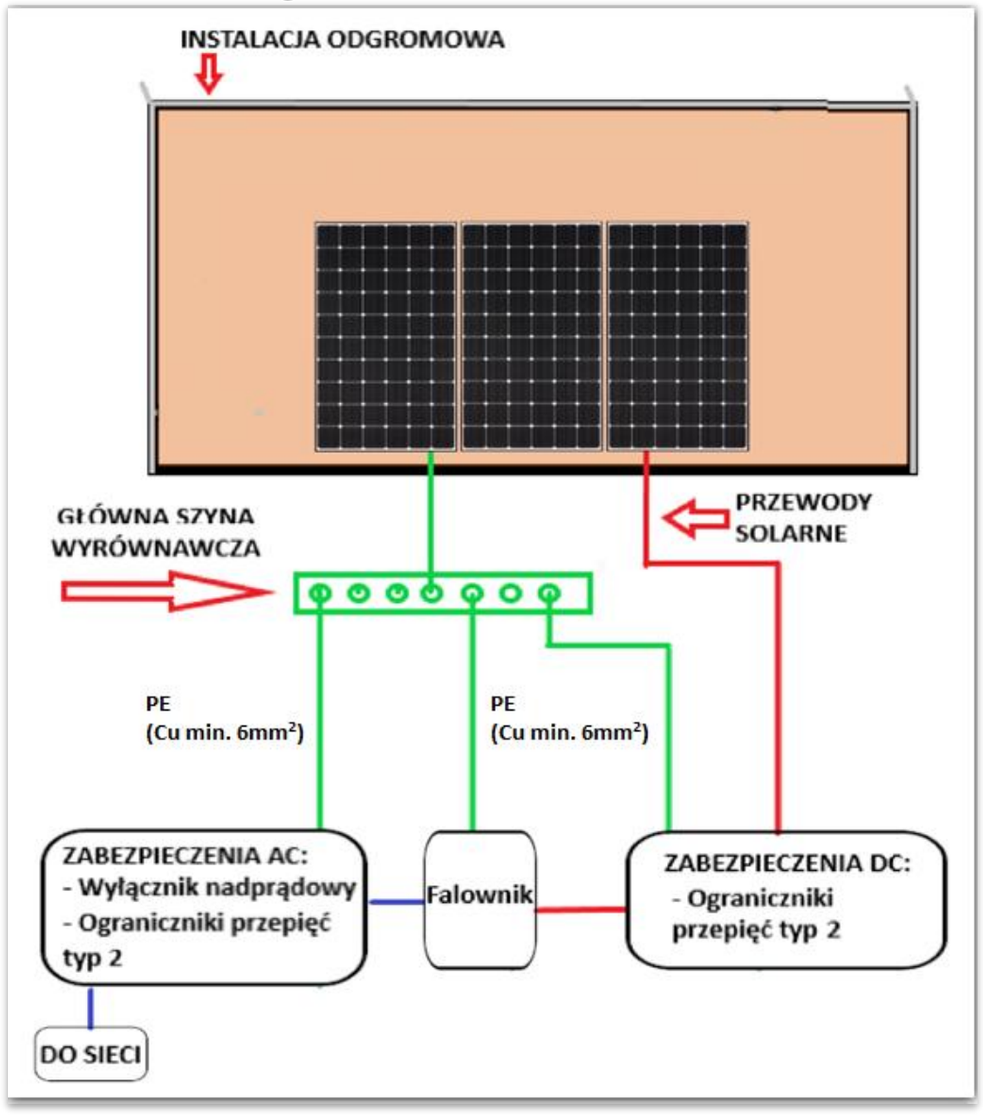


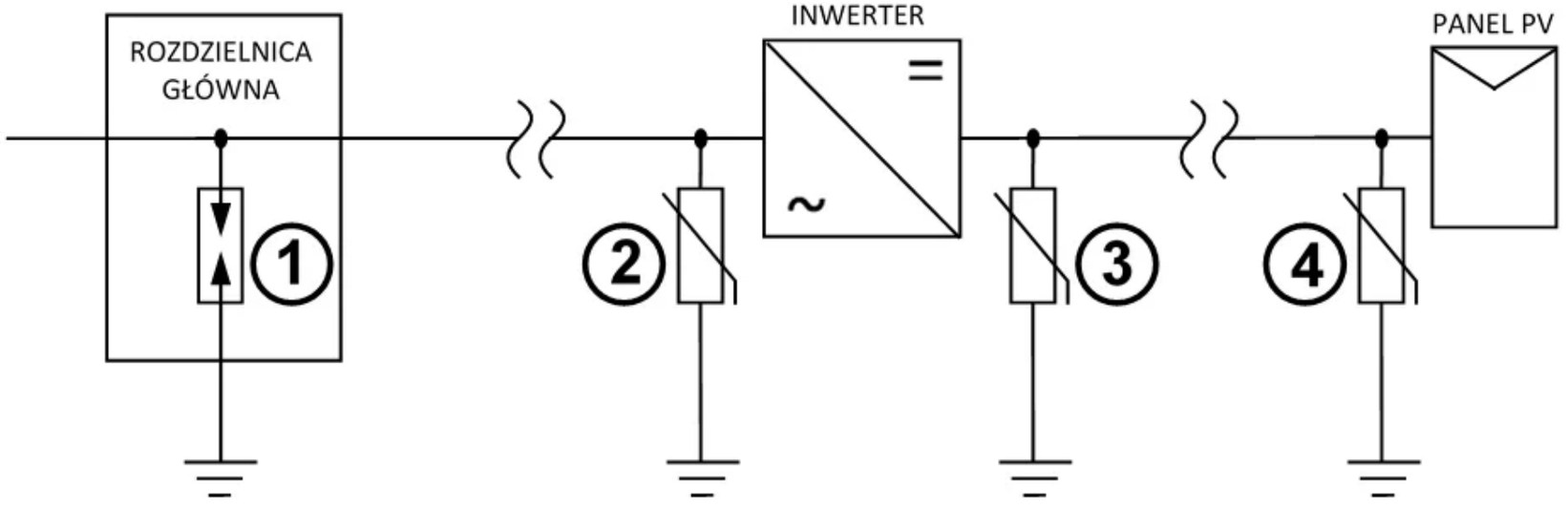


DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

STRONA DC – OGRANICZNIKI PRZEPIĘĆ DC



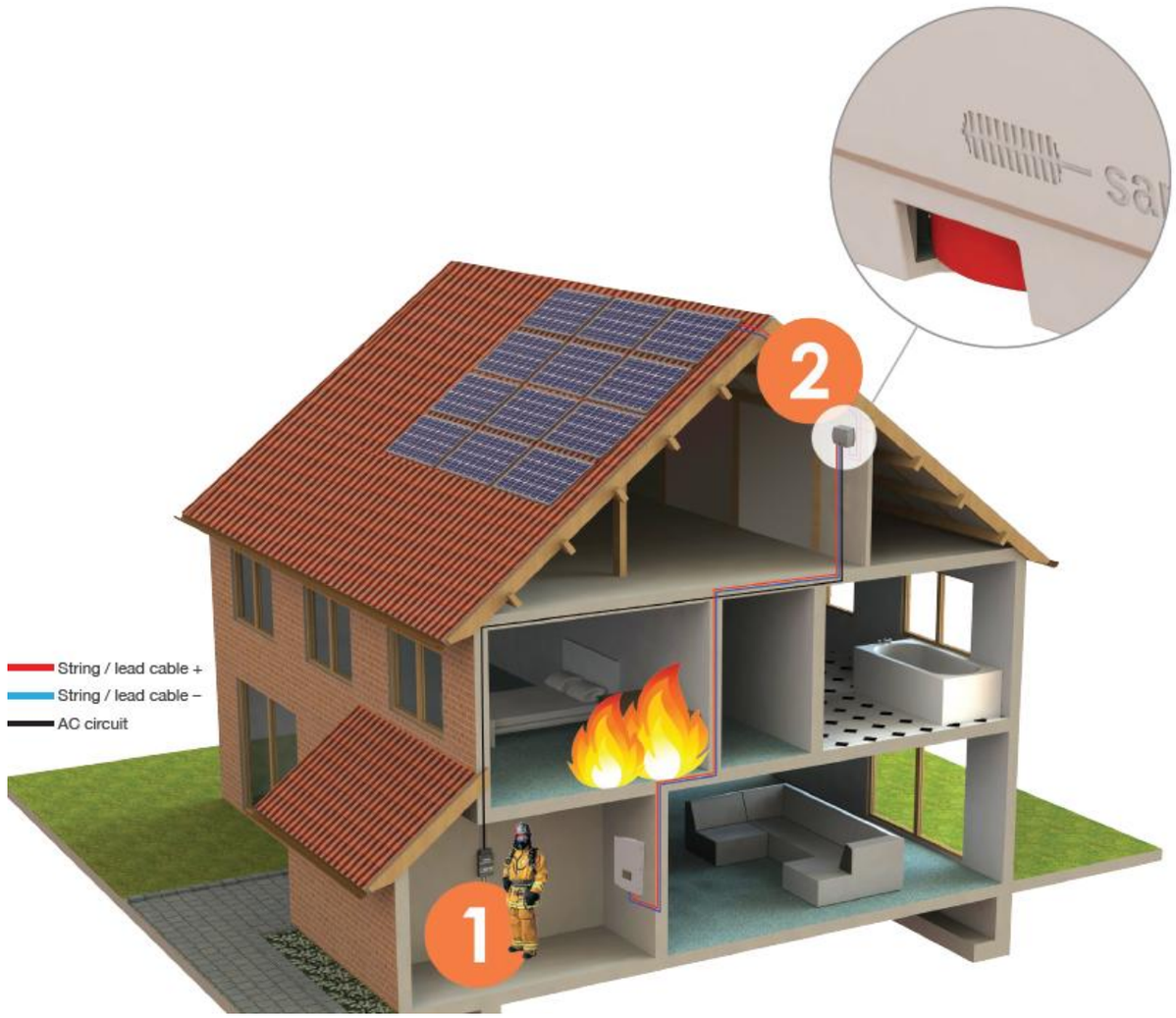




DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

STRONA DC – ROZŁĄCZNIKI PPOŻ

BUDYNKI MIESZKALNE	BUDYNKI KUBATUROWE 1000 m3 LUB Z INSTLACJĄ PPOŻ
• Dobra praktyka i ograniczenie możliwości wystąpienia pożaru, - Przewody, - Koryta kablowe, - Złącza MC4, - Uziemienie konstrukcji, - Ograniczniki przepięć DC i AC, • Stosowanie rozłączników DC i optymalizatorów mocy, • Wyłącznie instalacji poprzez wyłącznik główny w budynku, • Oznakowanie instalacji, • Konieczność uzgodnienia projekty z rzeczoznawcą PPOŻ, • Zawiadomienie PSP	• Dobra praktyka i ograniczenie możliwości wystąpienia pożaru, • Montaż falownika na zewnątrz budynku, • Stosowanie rozłączników DC PPOŻ prze wejściem przewodami do budynku, • Wysterowanie przycisku PPOŻ na odcięcie zasilania DC, • Oznakowanie instalacji, • Konieczność uzgodnienia projekty z rzeczoznawcą PPOŻ, • Zawiadomienie PSP



Numer normy	Tytuł normy
PN-EN 62852:2015-05	Złącza DC stosowane w systemach fotowoltaicznych -- Wymagania bezpieczeństwa i badania
PN-EN 61439-2:2011	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej
PN-EN 50565-1:2014-11	Przewody elektryczne -- Wytyczne stosowania przewodów na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V (U0/U) -- Część 1: Wskazówki ogólne
PN-EN 50618:2015-03	Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych
PN-EN 62446-1:2016-08	Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór
IEC 62446-2	Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 2: Systemy podłączone do sieci - Konserwacja systemów PV
PN-HD 60364-7-712	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

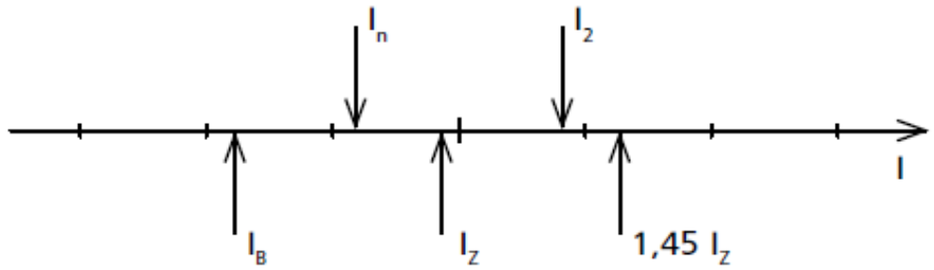
ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE PO STRONIE AC

Zabezpieczenie przeciążeniowe przewodów powinno spełniać następujące warunki:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45\ I_z$$

20A 1,45*20A



16A 34A 1,45*34A

dla 6 mm²

gdzie:

I_B - prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym (prąd obciążenia przewodów), [A]

I_z - dopuszczalna obciążalność prądowa długotrwała przewodu, [A]

I_n - prąd znamionowy urządzeń zabezpieczających (lub nastawiony prąd urządzeń zabezpieczających), [A]

I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających, [A]

Prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających I_2 należy określać jako krotność prądu znamionowego I_n wyłącznika lub bezpiecznika według zależności:

$$I_2 \leq k_2 \cdot I_n$$

gdzie:

k_2 - współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego, przyjmowany jako równy:

- 1,6 - 2,1 dla wkładek bezpiecznikowych,
- 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B, C i D.



3-biegunowy
6
10
13
16
20
25
32
40
50
63

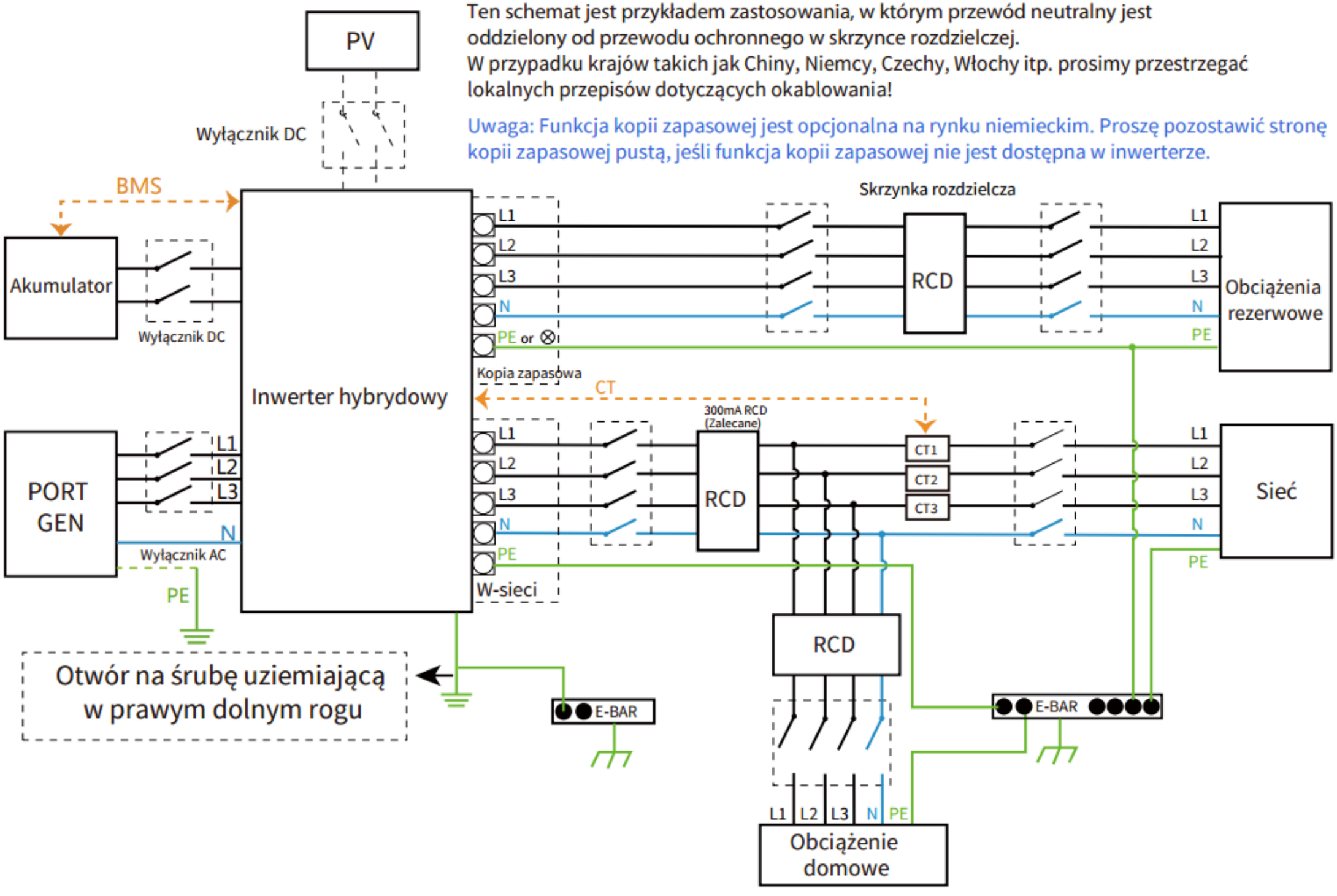
Przekrój znamionowy żyły mm²
1
Miedź
1,5
2,5
4
6
10
16
25
35
50
70
95
120
150
185
240
300

DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

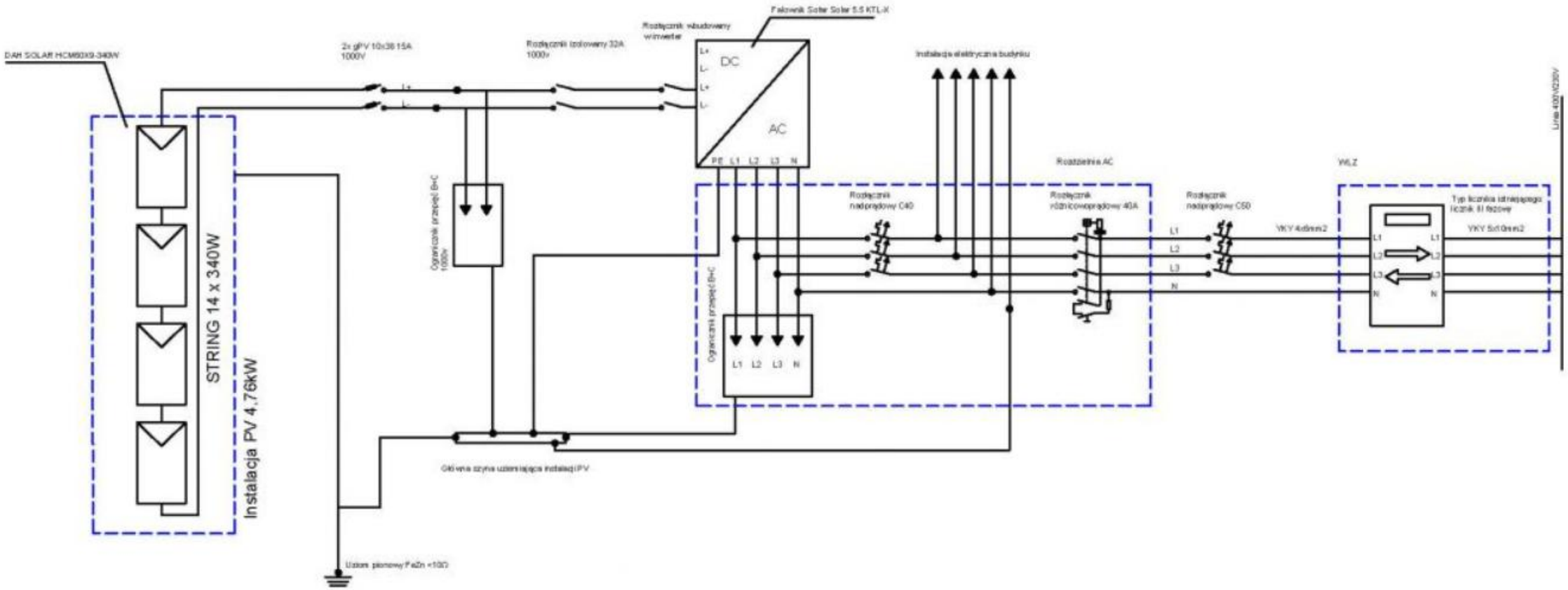
ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE PO STRONIE AC

Ten schemat jest przykładem zastosowania, w którym przewód neutralny jest oddzielony od przewodu ochronnego w skrzynce rozdzielczej.
W przypadku krajów takich jak Chiny, Niemcy, Czechy, Włochy itp. prosimy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących okablowania!

Uwaga: Funkcja kopii zapasowej jest opcjonalna na rynku niemieckim. Proszę pozostawić stronę kopii zapasowej pustą, jeśli funkcja kopii zapasowej nie jest dostępna w inwerterze.

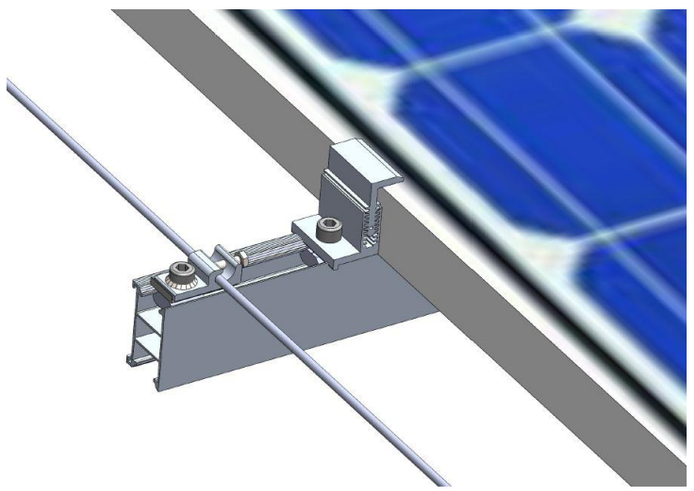


DOBÓR ZABEZPIECZEŃ
UZIEMIENIE INSTLACJI PV





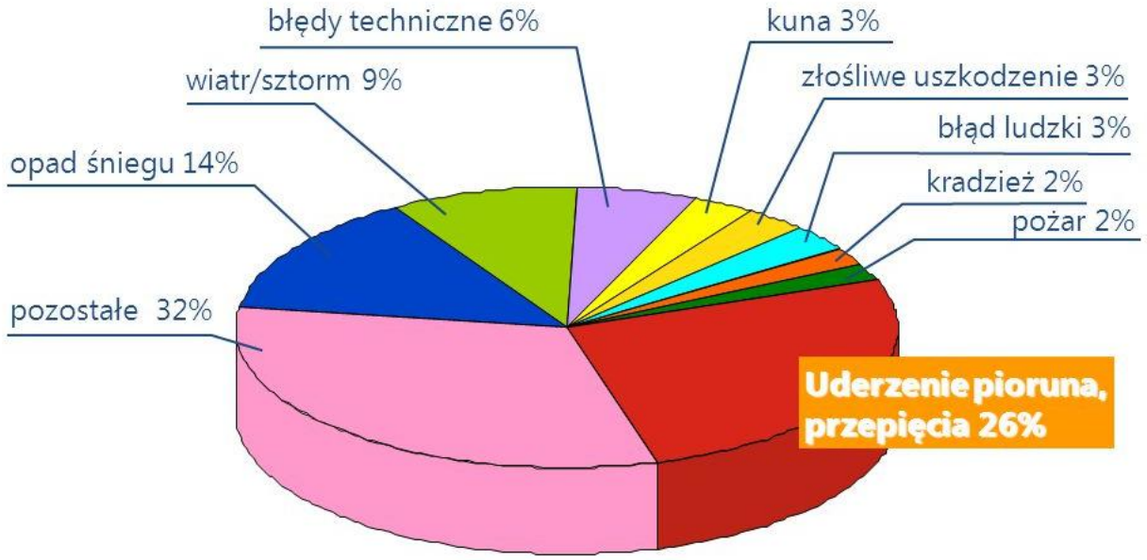


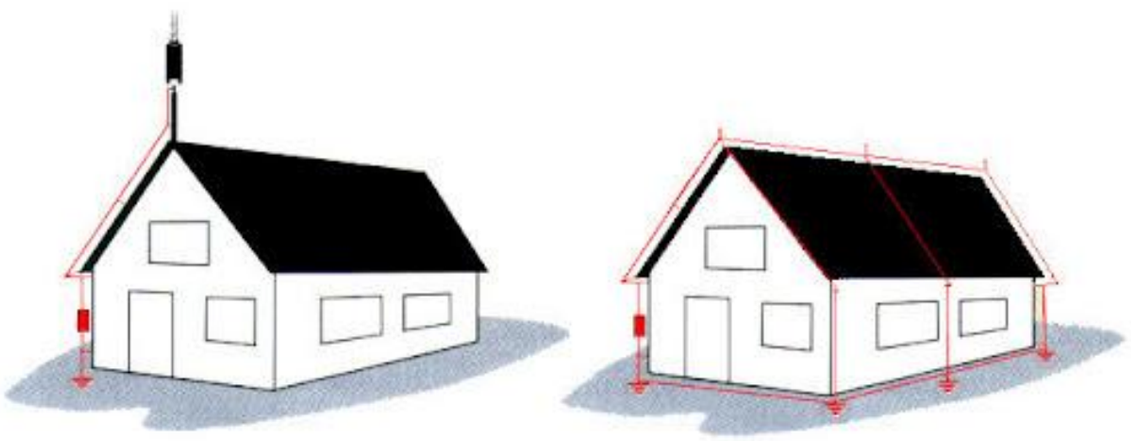


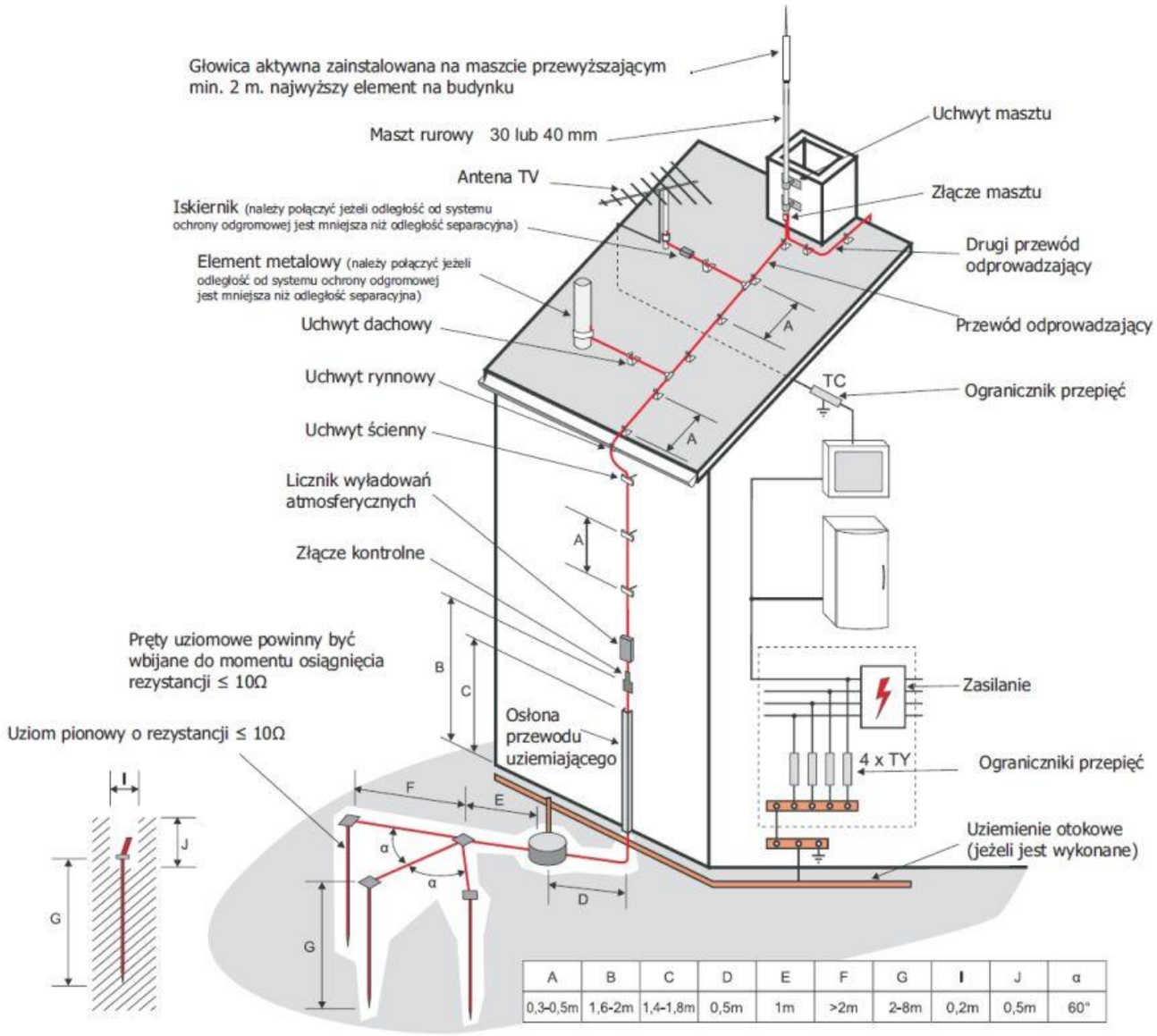
DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

INSTLACJA ODGROMOWA

BEZPOŚREDNIE WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE - instalacja odgromowa - nie stanowi integralnego elementu systemu PV, ale jest uzupełnieniem ochrony przeciwprzepięciowej. Awarie instalacji PV w dużym stopniu powodowane są wyładowaniami atmosferycznymi.

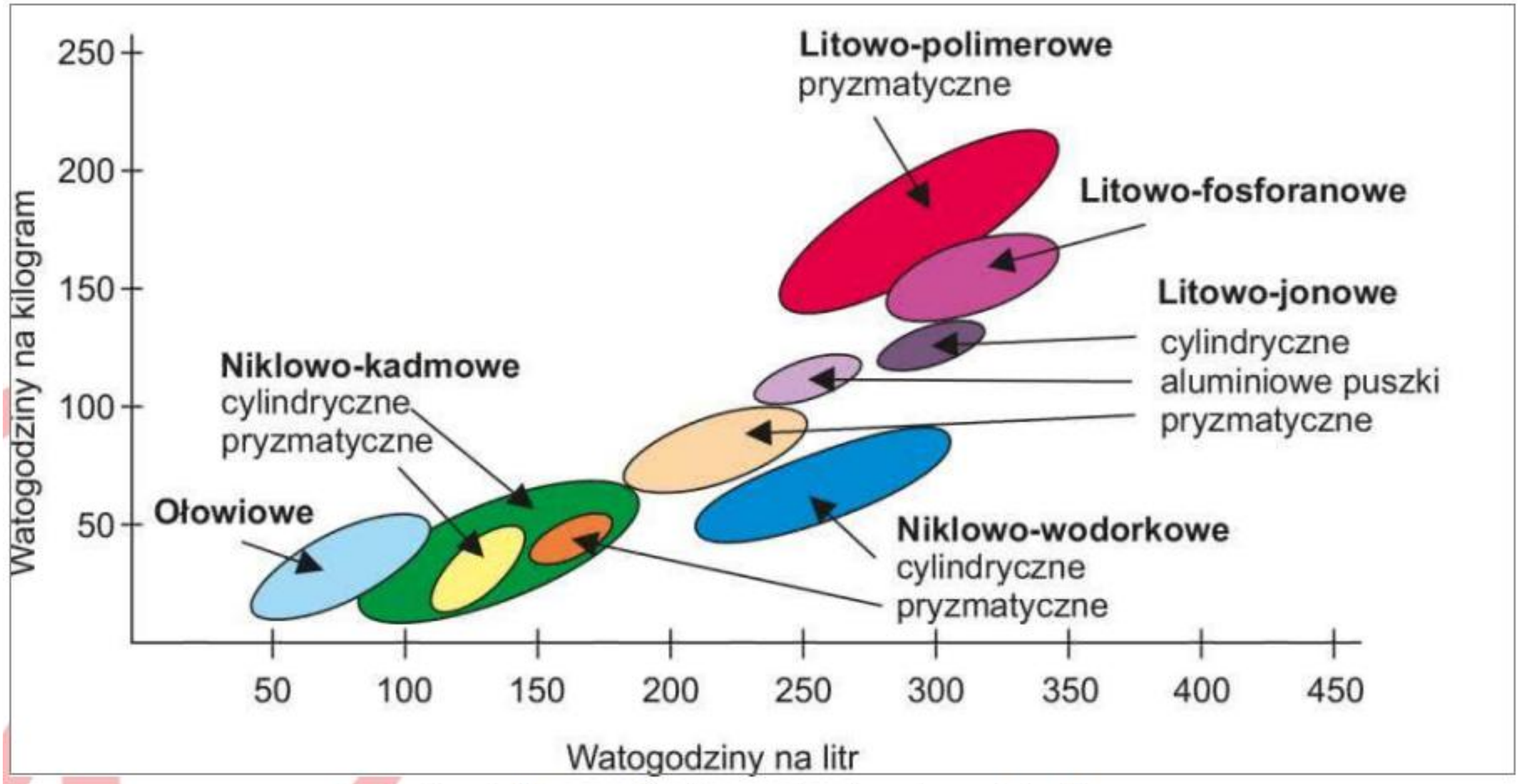






A	B	C	D	E	F	G	I	J	α
0,3-0,5m	1,6-2m	1,4-1,8m	0,5m	1m	>2m	2-8m	0,2m	0,5m	60°

9. DOBÓR MAGAZYNU ENERGII



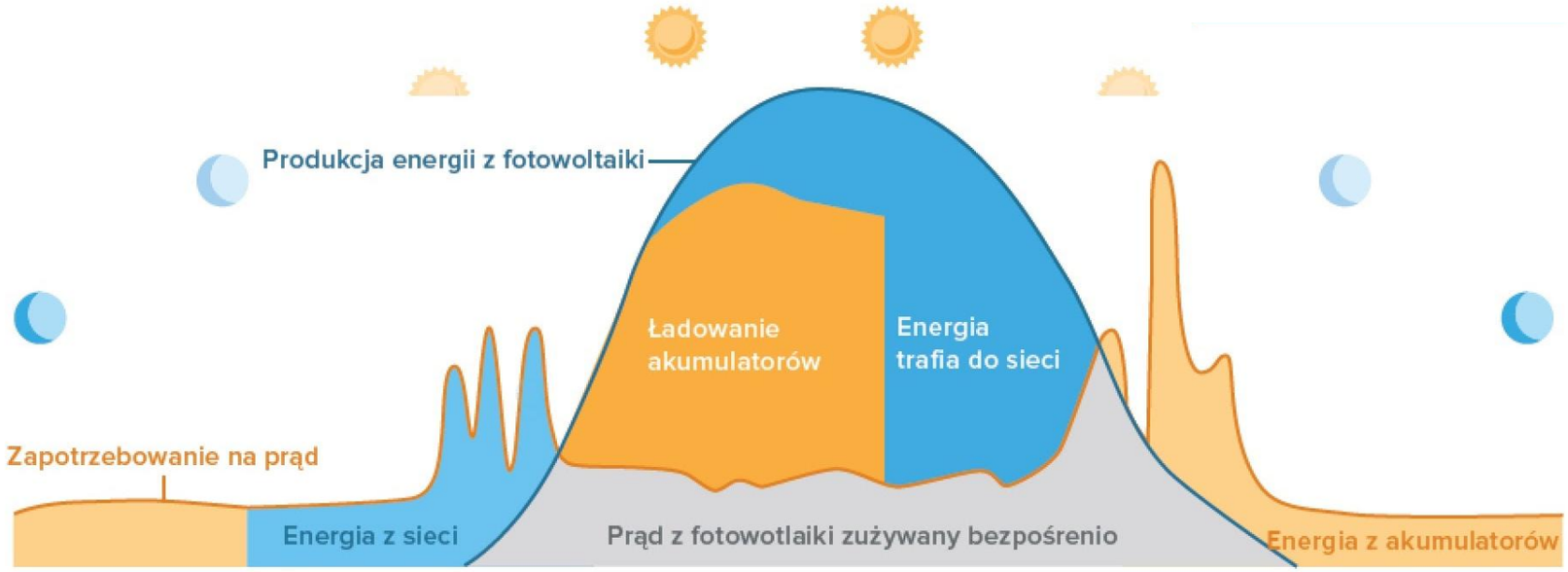
Gęstość energii różnych typów akumulatorów

źródło: „Pomiar pojemności i stopnia naładowania akumulatorów" Elektronika praktyczna 01.03.2020

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

Dobór magazynu energii do PV ma na celu maksymalizację **autokonsumpcji** (z 25–40% bez magazynu do 70–90% z magazynem), obniżenie rachunków w net-billingu, peak shaving (obniżanie szczytów mocy), arbitraż cenowy oraz zasilanie awaryjne (backup).
Przy doborze uwzględnia się:

- Profil zużycia energii (dzienny/godzinowy – najlepiej z licznika OSD).
- Moc i produkcję PV (nadwyżki w godzinach 9–16).
- Cel instalacji (autokonsumpcja / backup / sprzedaż usług systemowych).
- Sprawność systemu, Depth of Discharge (DoD), degradację baterii i koszty.
- Wymogi formalne (do 30 kWh w budynku)
- Kompatybilność z falownikiem hybrydowym



Rano
Z pierwszymi promieniami słońca moduły fotowoltaiczne rozpoczynają produkcję prądu. Jeśli zapotrzebowanie jest większe niż produkcja prąd pobierany jest z baterii lub z sieci.

Przedpołudnie
Produkcja wzrasta i wytworzona energia jest zużywana na własne potrzeby. Nadwyżka energii trafia do akumulatorów i jest magazynowana w celu jej późniejszego wykorzystania.

Południe
Pod warunkiem, że jest nadwyżka produkcji i nie ma zapotrzebowania na energię a akumulatory są w pełni naładowane, prąd trafia do sieci.

Popołudnie
Ze zmniejszonym nasłonecznieniem idzie w parze mniejsza produkcja prądu. Automatyczny system magazynowania energii pozwala na korzystanie nadal z zielonej energii z baterii.

Noc
Nocą zapotrzebowanie na energię jest pokrywana przez zmagazynowaną w akumulatorach energię a ewentualny niedobór uzupełniany z sieci. Dzięki temu jest możliwe osiągnięcie do 70% niezależności od sieci publicznej.

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

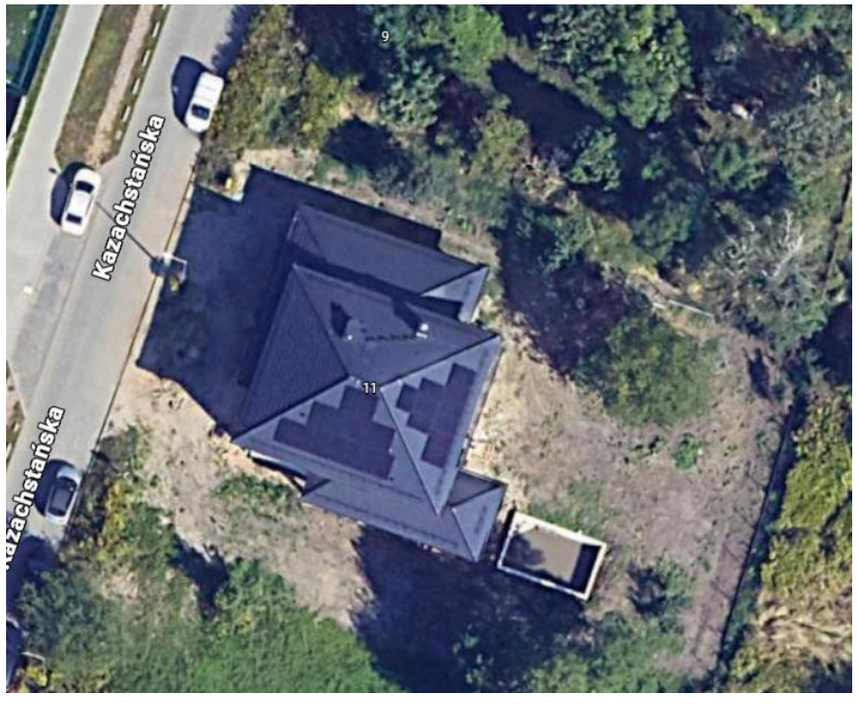
Typ obiektu	Wzór orientacyjny	Zakres typowy
Dom jednorodzinny	1–1,5 kWh / 1 kWp PV	5–15 kWh
Mała firma / biuro	0,8–1,2 kWh / 1 kWp PV	15–50 kWh
Przemysł lekki	0,8–1,3 kWh / 1 kWp PV + audyt	50–300 kWh
Duży zakład przemysłowy	Na podstawie audytu	300–2000+ kWh
Elektrowni fotowoltaiczne	Do wymogów inwestora	1000+ kWh

Wzór precyzyjny uniwersalny (dla każdego przypadku)

$$E = \frac{E_d * K}{DoD * \eta}\,[kWh] \qquad E = \frac{10 * 1{,}1}{0{,}95 * 0{,}92} = 12{,}58\,[kWh]$$

- **Ed** - Energia do zmagazynowania = średnia dzienna nadwyżka PV (produkcja w dzień – zużycie w dzień) lub wieczorne/nocne zużycie, które chcesz pokryć z baterii
- **K** - Współczynnik bezpieczeństwa = 1,10–1,30 (degradacja 10–20 lat + zapas)
- **DoD** = Depth of Discharge = 0,90–1,00 (dla LiFePO4 praktycznie 95–100 %)
- **η** = sprawność = 0,92–0,95 (ładowanie + rozładowanie)

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

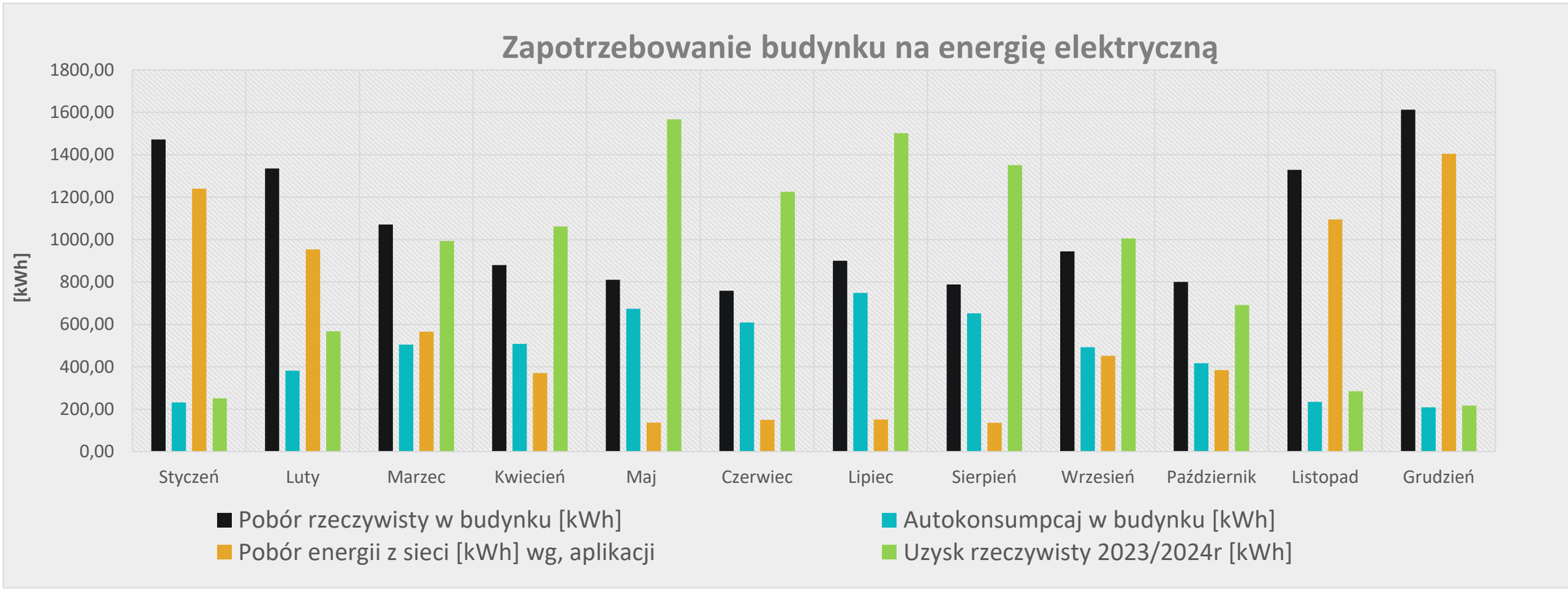


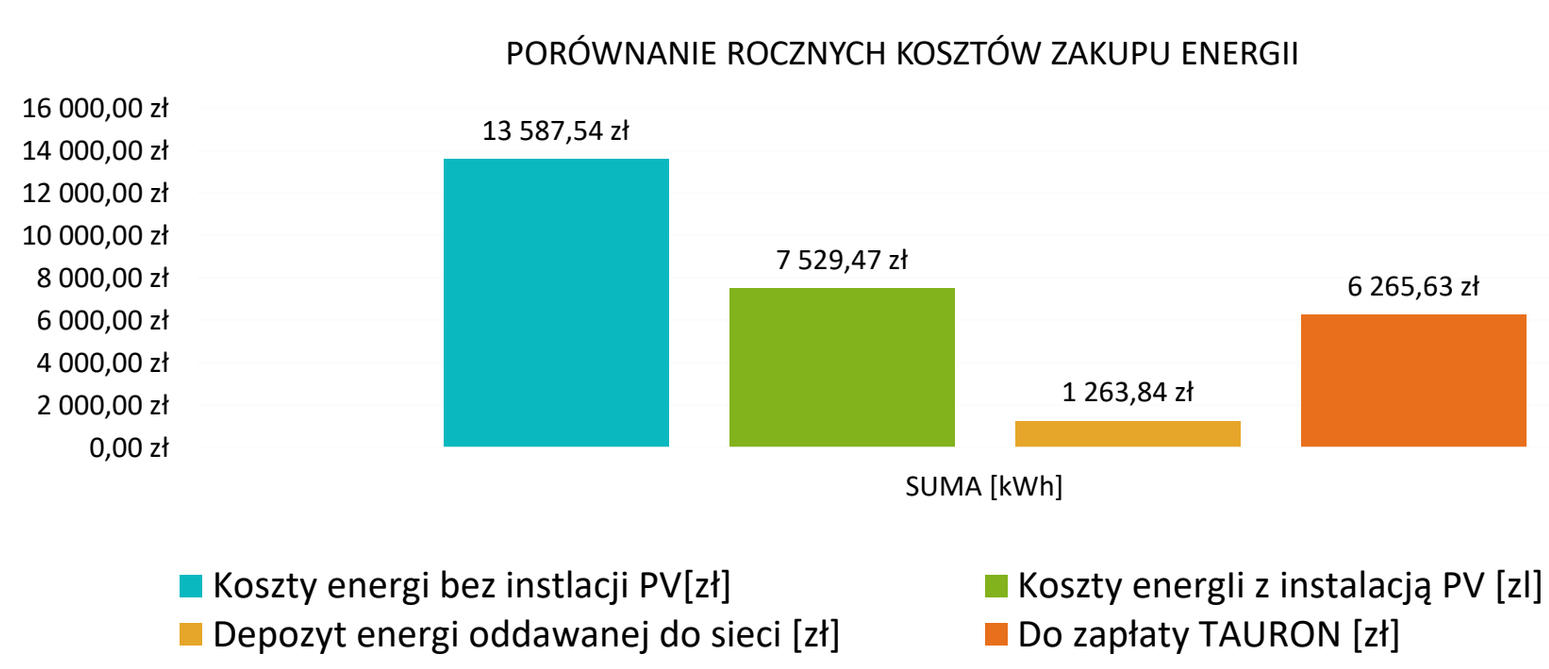
Instalacja fotowoltaiczna:
24 x moduł fotowoltaiczny Longi Solar LR5-54HPB-405M Full Black
1 x falownik hybrydowy GOODWE GW10K-ET PLUS
1 x konstrukcja wsporcza do dachu skośnego pokrytego dachówką płaską
Magazyn energii:
1 x falownik hybrydowy GOODWE GW10K-ET PLUS
1 x magazyn energii PYLONTECH FORCE H2 7,1 kWh
Podstawowe parametry instalacji:

- Moc modułów fotowoltaicznych: 9,72 kWp
- Moc falownika fotowoltaicznego: 10 kW
- Moc falownika bateryjnego: 10 kW
- Pojemność magazynu: 7,1 kWh
- Szacowana produkcja energii z projektu: 9015 kWh

ROK 2025	Uzysk projektowany [kWh]	Uzysk rzeczywisty 2023/2024r [kWh]	Różnica w uzyskach [%]	Pobór energii z sieci [kWh] wg, aplikacji	Autokonsumpcaj w budynku [kWh]	Enegia oddana do sieci [kWh] wg aplikacji	Pobór rzeczywisty w budynku [kWh]
Styczeń	228,61	251,70	10,1%	1239,92	231,78	19,92	1471,70
Luty	394,30	567,00	43,8%	953,41	381,36	185,64	1334,77
Marzec	726,93	993,40	36,7%	565,64	504,86	488,54	1070,50
Kwiecień	1038,70	1061,20	2,2%	370,86	508,48	552,72	879,34
Maj	1193,89	1567,40	31,3%	136,57	673,37	894,03	809,94
Czerwiec	1246,05	1225,50	-1,6%	149,32	609,29	616,21	758,61
Lipiec	1233,99	1501,40	21,7%	151,24	748,55	752,85	899,79
Sierpień	1092,22	1351,20	23,7%	135,53	652,18	699,02	787,71
Wrzesień	836,55	1005,40	20,2%	451,55	492,73	512,67	944,28
Październik	540,75	691,30	27,8%	384,27	416,28	275,02	800,55
Listopad	286,52	284,40	-0,7%	1094,47	234,38	50,02	1328,85
Grudzień	196,28	217,20	10,7%	1404,11	208,49	8,71	1612,60
Średnia roczna	751,23	893,09	x	x	471,81	421,28	1058,22
SUMA [kWh]	**9014,79**	**10717,10**	**18,9%**	**7036,89**	**5661,75**	**5055,35**	**12698,64**

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII





PRODUKCJA	**10717,10** kWh	**100%**
AUTO-KONSUMPCJA	**5661,75** kWh	**52,8%**
ENERGIA ODDANA	**5055,35** kWh	**47,2%**

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

1) Niskonapięciowe systemy magazynowania energii

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	Seria falownika					
			ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
GOODWE	SECU-A	SECU-A5.4L	●	●	●	●	●	
	Lynx Home U	LX U5.4-L*1	●	●	●	●	●	●
		LX U5.4-20*2	●	●	●	●	●	●
		LX U5.0-30*4				●	●	●
	Lynx Home A	LX A5.0-10*3				●	●	●
		LX A5.0-30*5				●	●	●

ES/EM/SBP/BP:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 11 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 11 lub nowszej.
ES G2/SBP G2:
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 02 lub nowszej.
*3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej.
*4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej.
*5. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej.
ES uniq 8~12K:
*4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.
*5. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
BYD	Seria Battery-Box Pro*1	-	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box Res*1	-	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box LV*2	-	●	●	●	●	●	
	Battery-Box Premium LVL*2	LVL 15.4	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box Premium LVS*2	-	●	●	●	●	●	
	BatteryBox LV5.0*3	LV5.0				●	●	●

ES/EM/SBP/BP:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 00 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej.
ES G2/SBP G2:
*3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej.
ES uniq 8~12K:
*3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
LG	Seria RESU LV	RESU 3.3*1	●	●		●	●	
		RESU 6.5*1	●	●	●	●	●	
		RESU 10*1	●	●	●	●	●	
		RESU 12*2	●	●	●	●	●	
		RESU 13*2	●	●	●	●	●	
		RESU 6.4 EX*1	●	●	●	●	●	

ES/EM/SBP:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 00 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
PYLON	Seria US2000*1	US2000	●	●	●	●	●	
	Seria US3000*2	US3000	●	●	●	●	●	
	Seria US2000C*1	US2000C	●	●	●	●	●	
	Seria US3000C*2	US3000C	●	●	●	●	●	
	Seria Force L1*2	Force-L1	●	●	●	●	●	
	Seria Force L2*2	Force-L2	●	●	●	●	●	
	Seria US5000*3	US5000				●	●	

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

2) Wysokonapięciowe systemy magazynowania energii

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	Seria falownika						
			ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
LG	Seria RESU FLEX*1	FLEX 8.6	●						
		FLEX 12.9	●						
		FLEX 17.2	●						
	Seria RESU Type-R	RESU10H_Type-R					●		
	Seria RESU Prime*2	RESU10H Prime					●		
		RESU16H Prime					●		

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)
**. W tym seria EH: EH PLUS
ET/EH/BT/BH/EHB:
*1. Kompatybilne tylko z serią ET PLUS+. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 23 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 20 lub nowszej oraz DSP w wersji 02 lub nowszej.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
PYLON	Seria Powercube H1*1	POWERCUBE-H1-48	●	●	●	●			
	Seria Force H1*2	Force-H1	●	●	●	●		●	
	Seria Force H2*3	Force-H2	●	●	●	●		●	
	Seria Force H3*4	Force-H3	●	●	●	●		●	

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)
**. W tym seria EH: EH PLUS
ET/EH/BT/BH:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej. Prosimy pamiętać, że napięcie nominalne serii POWERCUBE-H1-48 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatorów dla falowników GoodWe. Maksymalnie 8 jednostek w przypadku serii EH/BH i 11 jednostek w przypadku serii ET/BT.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej.
*2. Gdy 4-modułowy FORCE-H1 ma napięcie poniżej normy, napięcie baterii będzie niższe niż 180V, dlatego wymagane jest co najmniej 5 modułów, aby dopasować się do ET.
*3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej.
*3. Gdy 2 moduły FORCE-H2 mają napięcie poniżej normy, napięcie baterii spadnie poniżej 180V, dlatego wymagane jest co najmniej 3 moduły baterii, aby dopasować się do ET.
*4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej. Należy pamiętać, że napięcie znamionowe serii Force H3 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatora falowników GoodWe. Maksymalnie 4 jednostki dla EH/BH i 5 jednostek dla ET/BT.
ET G2:
*4.Należy pamiętać, że napięcie znamionowe serii Force H3 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatora falowników GoodWe. Maksymalnie 6 jednostek dla ET G2.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
DYNESS	Seria Tower*1	Tower T7		●		●		●	
		Tower T10	●	●	●	●		●	
		Tower T14	●	●	●	●		●	
		Tower T17	●		●			●	
		Tower T21						●	
	Seria Tower Pro*2	Tower Pro TP7						●	
		Tower Pro TP11	●		●			●	
		Tower Pro TP15	●		●			●	
		Tower Pro TP19	●		●			●	
		Tower Pro TP23						●	
	Power Rack-HV4F	Power Rack-HV4F-11s							●
	STACK100*3	STACK100							●

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)
**. W tym seria EH: EH PLUS
ET/EH/BT/BH:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.
ET G2:
*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 01 lub nowszej.
*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 01 lub nowszej.
ET 40~50K

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

Model	Tower Pro TP7	Tower Pro TP11	Tower Pro TP15	Tower Pro TP19	Tower Pro TP23
Wzór produktu					
Moduł akumulatora	$LiFePO_4$	$LiFePO_4$	$LiFePO_4$	$LiFePO_4$	$LiFePO_4$
Ilość modułów akumulatora	2	3	4	5	6
Moc znamionowa	7.68 kWh	11.52kWh	15.36 kWh	19.2 kWh	23.04 kWh
Energia użytkowa	7.296 kWh	10.944 kWh	14.592 kWh	18.24 kWh	21.888 kWh
Napięcie robocze	168~216V	252~324V	336~432V	420~540V	504~648V
Znamionowe napięcie	192V	288V	384V	480V	576V
Pojemność nominalna	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah
Maks. Moc ładowania i rozładowania ciągłego*	7.68 kW	11.52 kW	15.36 kW	19.2 kW	23.04 kW
Zalecany poziom rozładowania (DOD)	95%	95%	95%	95%	95%
Wymiary produktu [wys. x szer. x dł.] (mm)	587/310/788	587/310/1009	587/310/1230	587/310/1451	587/310/1672
Waga brutto [kg]	109.5	150	190.5	231	271.5
Zalecany prąd ładowania/rozładowania	0.5C(20A)				
Maksymalny prąd ładowania/rozładowania	1C(40A)				
Zakres temperatur ładowania	0~55°C/-20~55°C (z funkcją ogrzewania)				
Zakres temperatur rozładowania	-10~55°C/-20~55°C (z funkcją ogrzewania)				
Komunikacja	CAN/RS485/RS232				
Okres trwałości**	≥8000 cykli				
Stopień ochrony	IP55				
Gwarancja	10 ans				
Funkcja ogrzewania	Ogrzewanie PI (opcjonalnie)				
Funkcja przeciwpożarowa	Gaśnica aerozolowa				
Funkcja zdalnej aktualizacji OTA	Wbudowana				
Nazwa modułu akumulatora	HV9640				
Rozbudowa	Maks. 12 Tower Pro można podłączyć równolegle				
Certyfikaty	IEC62619/IEC63056/IEC62477/IEC62040/CE-EMC/VDE2510-50				
Kompatybilne falowniki	KOSTAL/Ingeteam/Solis/GoodWe/Growatt/Solplanet/SAJ/DEYE/Hoymiles/SOLINTEG/Kaco ect.				

* Maksymalna moc rozładowania/ładowania ciągłego podczas komunikacji z falownikiem wynosi 1 C

* * Warunki testowe: ładowanie/rozładowywanie 0,2 C, @25 ℃, 95% DOD

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

No.	Inverter Brand		Type	Tower Pro				
				TP-7	TP-10	TP-14	TP-17	TP-21
1	Afore	Afore	AF3K~9.6K-DH	✓	✓	✓		
			AF3K~30K-TH	✓	✓	✓	✓	
2	ATESS	ATESS	HPS 5000/7500/10000TLS			✓	✓	✓
			HPS 30/50/100/120/150				✓	
3	autarco	Autarco	S2.LH 5K~10K	✓	✓	✓	✓	
			LH5K~10K-MII	✓	✓	✓	✓	
4	BLUESUN	Bluesun	BSE12KHINA	✓	✓			
5	Deye	DEYE	SUN-5K~20K-SG01HP3-EU-AM2	✓	✓	✓	✓	
			SUN-25~50K-SG01HP3-EU-BM3/4	✓	✓	✓	✓	✓
6	DUNEXT	DUNEXT	NI HV3.0-6.0	✓	✓	✓		
			DN3H 6-10KTL	✓	✓	✓	✓	✓
7	ECACTUS	Ecactus	WH-SPA-3.6/5.0H	✓	✓	✓		
			WH-SHC-362~602	✓	✓	✓		
8	GOODWE	GoodWe	GW5K-10K-ET Including ET Series:ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)		✓	✓	✓	
			BT(5K-10K)		✓	✓	✓	
			EH(3K-6K)	✓	✓	✓		
			BH(3K-6K)	✓	✓	✓		
			EHB	✓	✓	✓		
			GW40-50K-ET-10		✓	✓	✓	
			GW6-15K-ET-20	✓	✓	✓	✓	
			GW15~30K-ET		✓	✓	✓	✓

10. OBLICZENIE UZYSKU Z INSTLACJI PV

WZÓR NA OBLICZENIE UZYSKU ENERGETYCZNEGO Z INSTALACJI PV

$$E = \frac{I * k * P_{MPP} * ww}{E_{STC}}$$

Gdzie:

E - rzeczywista ilość energii przypadająca na powierzchnię modułów w ciągu roku [kWh/rok]

I - nasłonecznienie w kWh/m2 w danej miejscowości przyjmowane według map nasłonecznia, w przeliczeniu na płaszczyznę poziomą

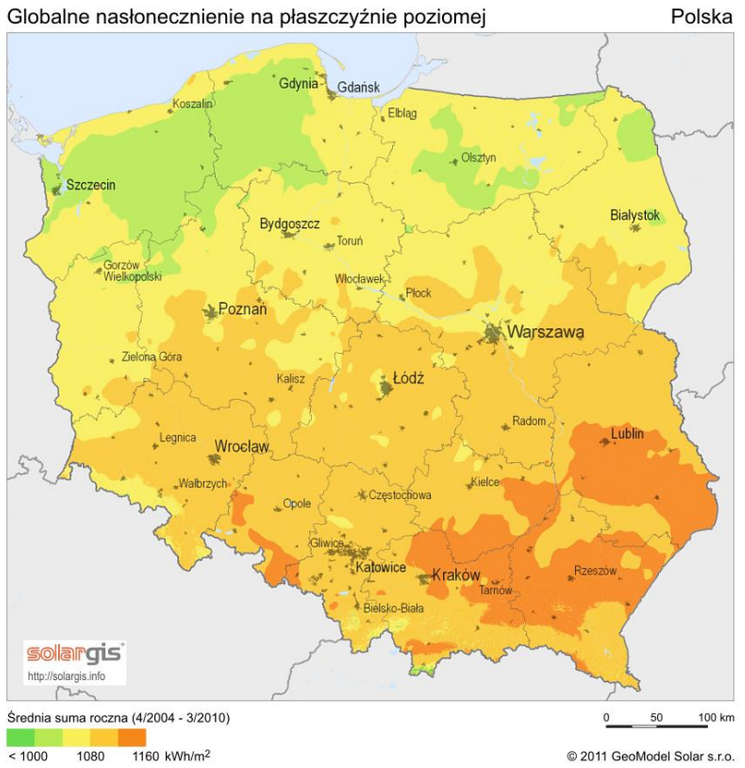
k - współczynnik korekcyjny w zależności od kąta nachylenia paneli PV

P_{MPP} - moc modułów PV warunkach STC [kWp]

E_{STC} - natężenie promieniowania słonecznego, przy których testowane są moduły fotowoltaiczne, czyli 1000 W/m^2 (1kW/m^2),

ww - współczynnik wydajności modułów – wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej obliczany. Generalnie w instalacji fotowoltaicznej mamy do czynienia z następującymi stratami: straty na przewodach – ok. 1%, straty falownika – ok. 3–7%, straty na modułach z uwagi na temperaturę – około 4–8% (cienkowarstwowe – dolna granica, z krzemu krystalicznego – górna granica), straty z uwagi na pracę przy niskim natężeniu promieniowania słonecznego – około 1–3%, straty z uwagi na zacienienie, zabrudzenie – około 1–5% (w przypadku nieoptymalnych instalacji mogą być znacznie wyższe), straty wynikające z niedopasowania prądowego modułów – około 1% (w przypadku błędów wykonawczych czy posiadania uszkodzonego modułu w instalacji – straty mogą być znacznie wyższe), straty na diodach bocznikujących – około 0,5%. Dla instalacji opartych na bardzo dobrych komponentach współczynnik wydajności wynosi około 80–85% (górna granica jest możliwa do uzyskania jedynie dla większych instalacji zoptymalizowanych w każdym detalu, w praktyce poziom 80% uznaje się już za optymalny), w przypadku słabych komponentów i błędów projektowych współczynnik ten może spaść poniżej 75%.

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

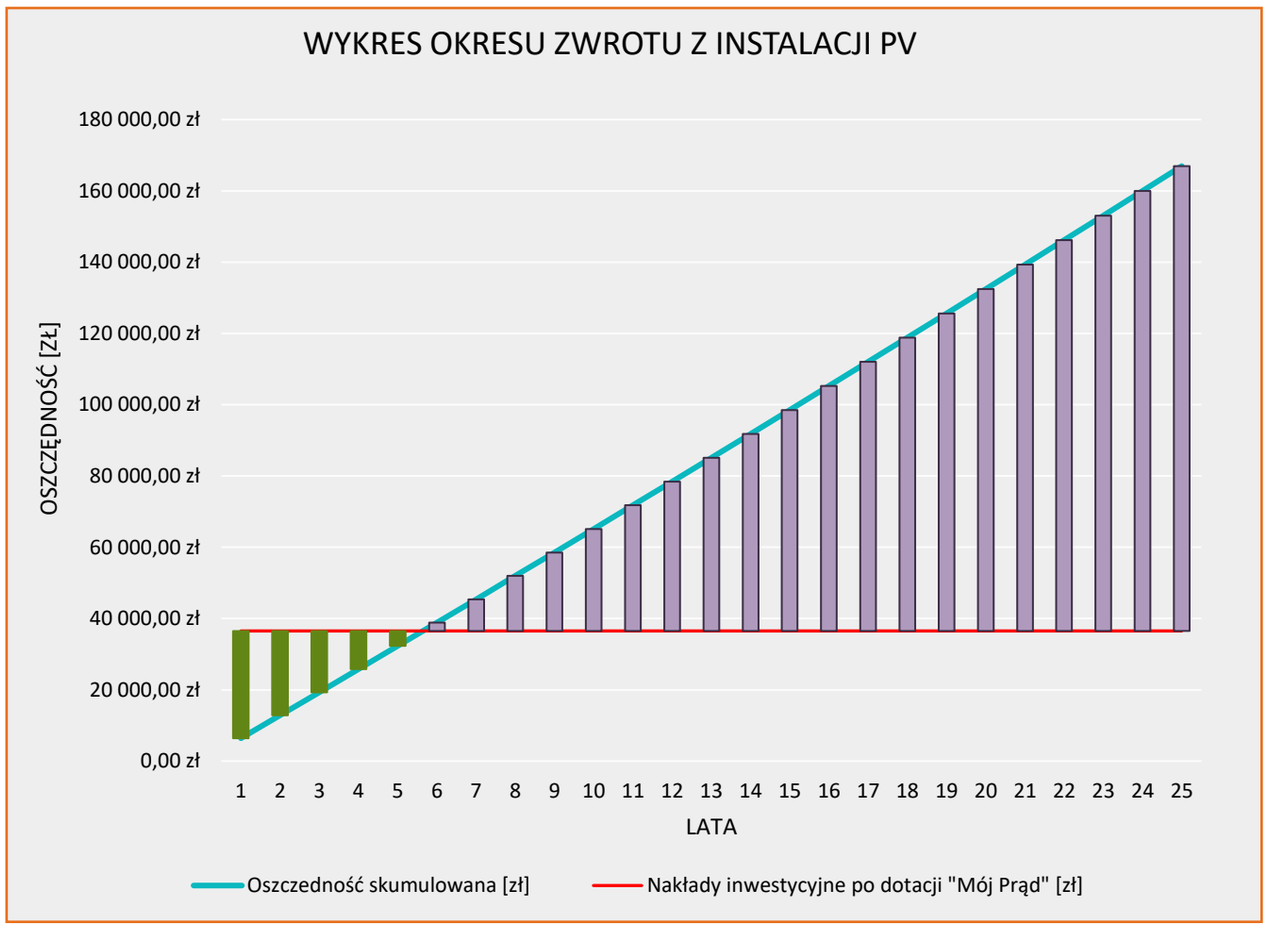


11. OBLICZENIE OKRESU ZWROTU Z INSTLACJI PV

Dane potrzebne do wyliczenia okresu zwrotu:

- Cena instalacji fotowoltaicznej z montażem,
- Wielkość produkcji energii elektrycznej,
- Cena energii elektrycznej w gospodarstwie,
- Struktura zużycia energie elektrycznej w budynku (zazwyczaj 30/70% z magazynem 50/50%)
- Zużycie i produkcja energii z rozbiciem na miesiące,
- Cena energii na TGE rynku dnia następnego,
- Procentowy wskaźnik inflacji,
- Procentowy wskaźnik wzrostu cen energii elektrycznej,
- Dotacje, ulgi i zwroty dla instalacji fotowoltaicznej,
- Koszty przeglądów serwisowych (jeżeli wymagane),

DANE PODSTAWOWE	WARTOŚĆ
Moc instalacji [kWp]	10,000
Stawka VAT [%]	8,00
Koszt całkowity netto [zł]	44444,44
Koszt jednostkowy netto [zł/kWp]	4444,44
Koszt całkowity brutto [zł]	48000,00
Koszt jednostkowy brutto [zł/kWp]	4800,00
Koszt całkowity brutto po dotacji "Mój Prąd" [zł]	41500,00
Koszt całkowity uldze termomodernizacyjnej [zł]	36520,00
Uzysk energetyczny w roku [kWh]	9500,00
Cena energii elektrycznej bez kosztów stałych [zł/kWh]	1,10
Cena sprzedaży energii na TGE [zł/kWh]	0,25
Przewidywany wzrost ceny energii elektrycznej [%]	1,00
Energia oddawana do zakładu energetycznego [%]	50,00

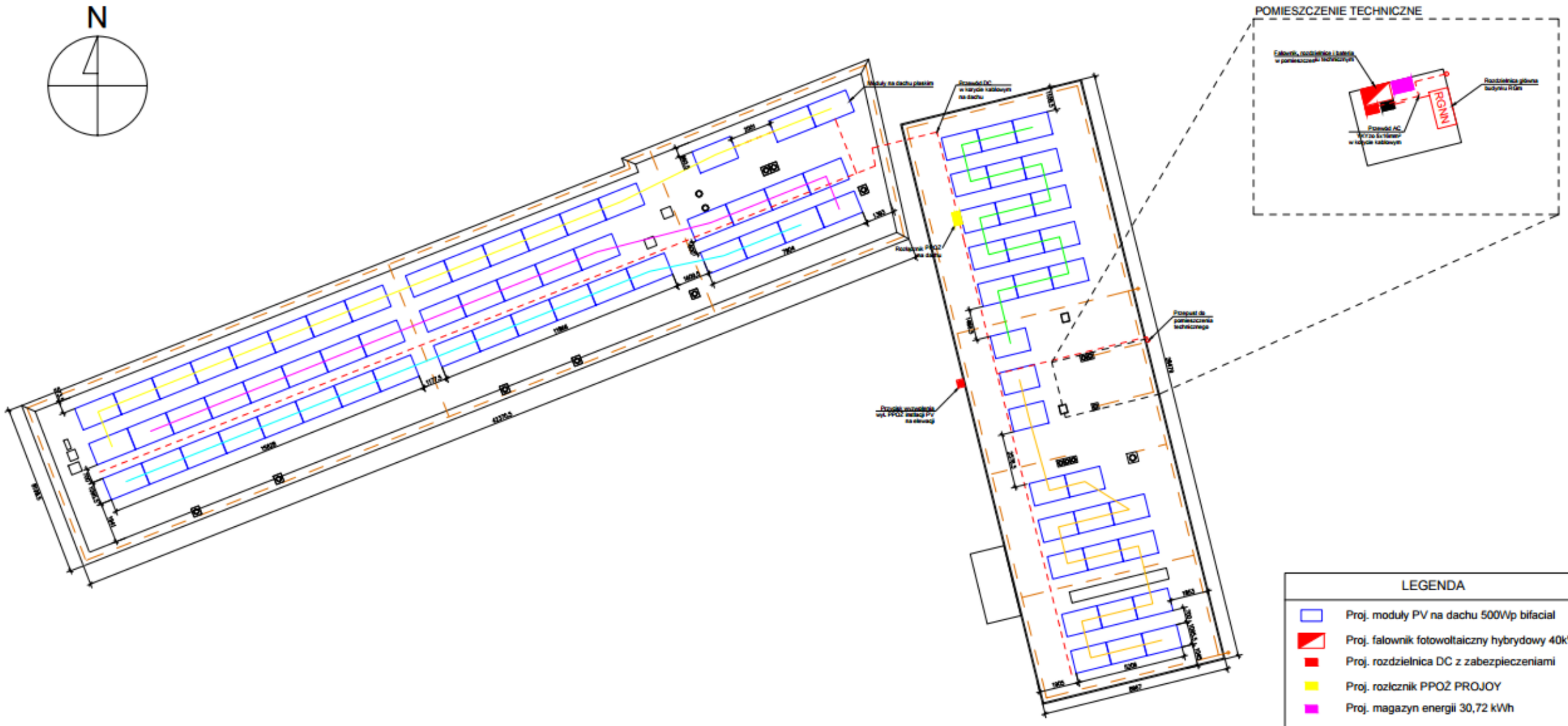


12. DOKUEMNTACJA TECHNICZNA

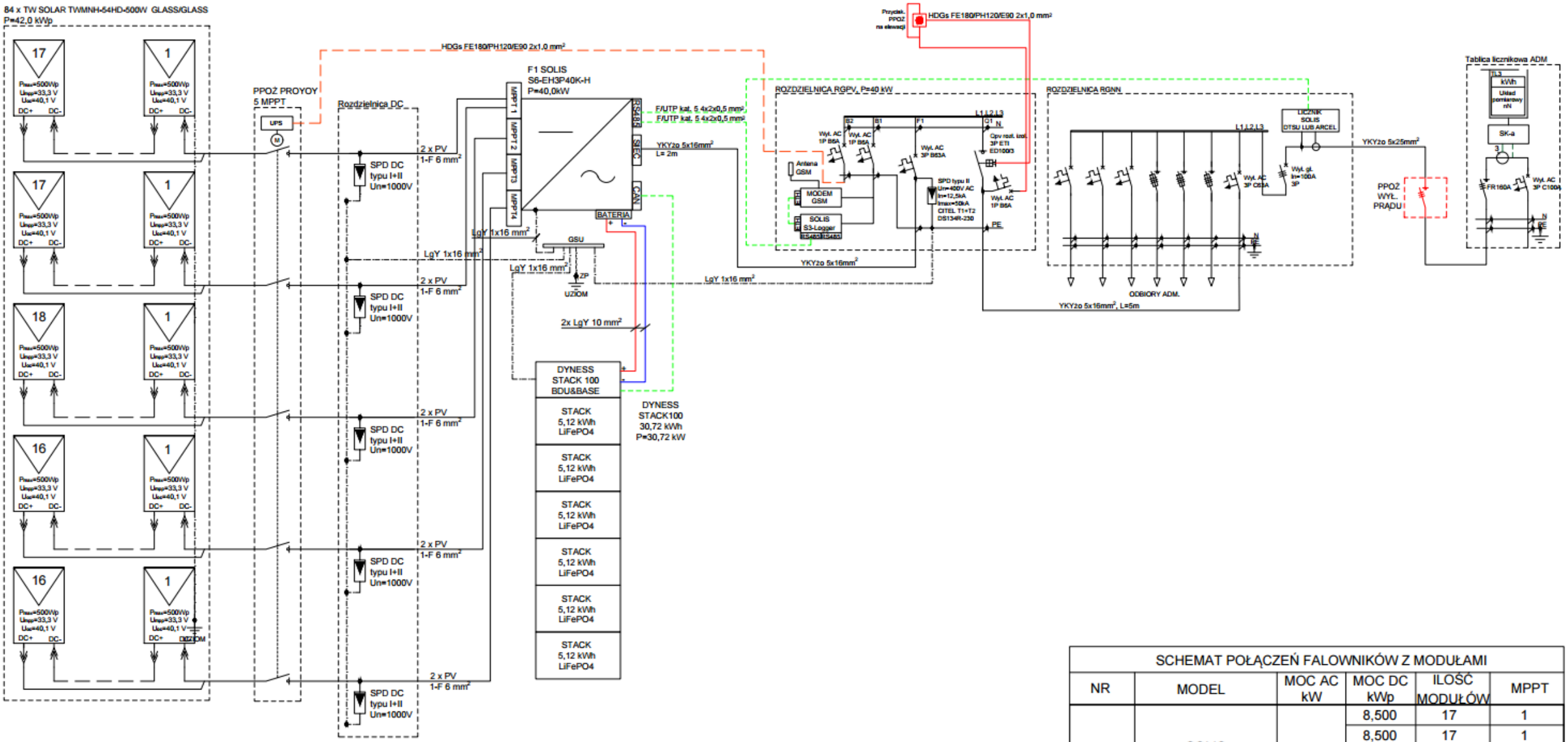
Spis treści

SPIS TREŚCI 2
1. OPIS OGÓLNY 3
1.1. Przedmiot opracowania 3
1.2. Podstawa opracowania 3
1.3. Zakres opracowania 3
2. OPIS TECHNICZNY 4
2.1. Ogólna charakterystyka obiektu 4
2.2. Podstawowe elementy instalacji fotowoltaicznej 5
2.3. Moduły fotowoltaiczne 6
2.4. Falownik fotowoltaiczny 7
2.5. Magazyn energii elektrycznej 8
2.6. Zabezpieczenia i profilaktyka PPOŻ 9
2.7. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych 10
2.8. Okablowanie DC i AC 12
2.9. Rozdzielnica DC 13
2.10. Rozdzielnica główna RGPV 13
2.11. Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciowa 14
2.12. Ochrona przeciwprzepięciowa 14
2.13. Instalacja odgromowa i uziemiająca 15
2.15. Uwagi końcowe 16
3. OBLICZENIA 17
3.1. Konfiguracja ciągów (obwodów) DC 17
3.2. Obliczenia doboru przewodów i zabezpieczeń 18
4. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH URZĄDZEŃ I KOMPONENTÓW 20
5. UZYSK ENERGETYCZNY 21
6. EFEKT EKOLOGICZNY 22
7. WIZUALIZACJA ROZMIESZCZNIA MODUŁÓW NA DACHU 24
8. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW 26

RYSUNKI TECHNICZNE



RYSUNKI TECHNICZNE



SCHEMAT POŁĄCZEŃ FALOWNIKÓW Z MODUŁAMI					
NR	MODEL	MOC AC kW	MOC DC kWp	ILOŚĆ MODUŁÓW	MPPT
F1	SOLIS S6-EH3P40K-H	40,0	8,500	17	1
			8,500	17	1
			9,000	18	2
			8,000	16	3
			8,000	16	4
	SUMA	40,0	42,000	84	4

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Prezentacja powstała na podstawie:

- „Praktyczny Poradnik Instalatora” Atum Sp z o.o.
  Tytko R., Góralczyk I. „Fotowoltaika. Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne.” Kraków 2015
- Szymański B. „Instalacje fotowoltaiczne” Wydanie III, Kraków 2014
- Materiały NCN - https://ncn.gov.pl
- https://web.facebook.com/januszpv/
- Solaris18.blogspot.pl
- Kart katalogowych producentów systemów fotowoltaicznych
- https://instsani.pl/