



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Czyste energie

Wykład 3

Systemy fotowoltaiczne

dr inż. Janusz Teneta

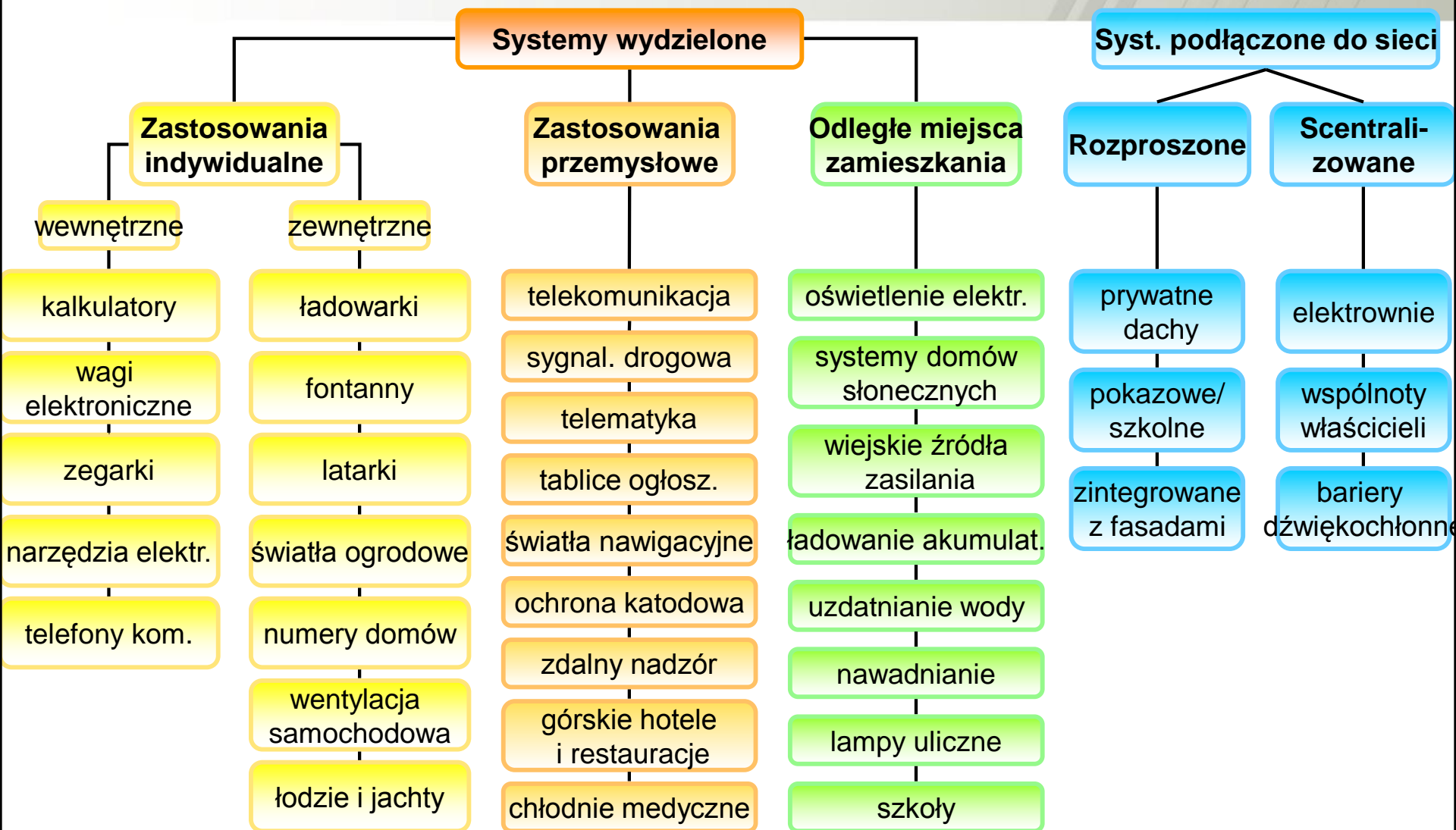
C-3 pok. 8 (parter), e-mail: romus@agh.edu.pl

Wydział EAIiIB

Katedra Automatyki i Robotyki

AGH Kraków 2018

Zastosowania fotowoltaiki



Systemy mikromocowe

www.sz-wholesale.com



źródło: różne informacje handlowe (DIY TRADE, DSnumbers, alibaba.com, www.wholesale.com)

Komercyjne systemy autonomiczne (hybrydowe)



Źródło : <http://www.solari.it>



Źródło: BBC News

Zdalny monitoring środowiska



Stacje pomiarowe w odkrywkowej kopalni miedzi Sierra Gorda, pustynia Atacama, Chile



Nadzór nad ważnymi instalacjami



Stacja kontrolna instalacji gazowej. Kraków, ul Głowackiego

Turystyka



Krakowski Rower Miejski. Kraków, Cichy Kącik.

Turystyka



Krakowski Rower Miejski. Kraków, 2017.



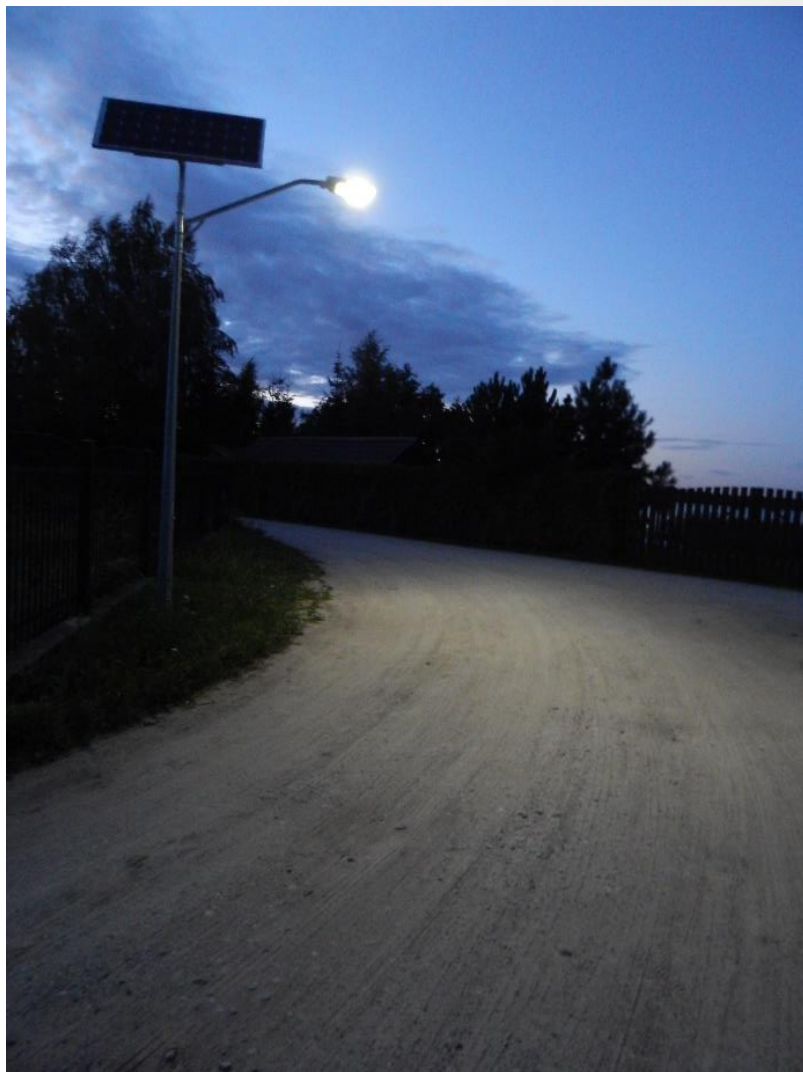
Turystyka



Tablice informacyjne: Zamek Królewski w Chęcinach i Hala Stulecia we Wrocławiu.



Mazury : oświetlenie „uliczne”



Mazury : oświetlenie „uliczne”

Turystyka



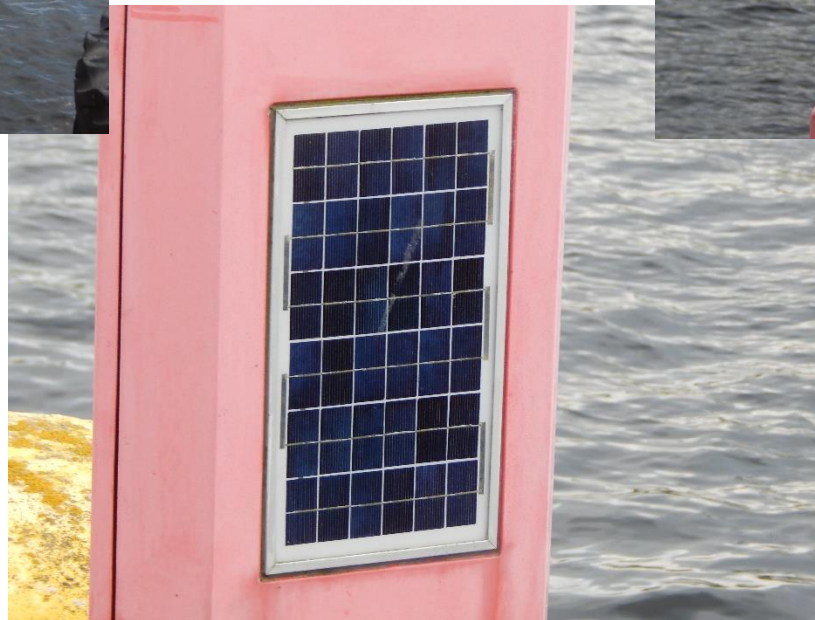
Mazury : system ostrzegania przed niebezpiecznymi zjawiskami pogodowymi

Sygnalizacja drogowa, kolejowa i morska



źródło: różne informacje handlowe (SEALITEUSA, ELTEC, WWW.Solar-LED-Lights.cn, OkSolar, Affordable Solar)

Sygnalizacja morska – wejście do portu w Kołobrzegu



Realizacja zasilania w miejscach bez dostępu do sieci



Refuge de Tete Rousse
3100 n.p.m



The Rappenecker Hof
<http://idw-online.de/pages/en/image8360>

Fotowoltaiczne systemy oświetleniowe LED



Systemy oświetleniowe



Ross Lovegrove Solar Trees in Vienna
<http://inhabitat.com>



Solar Powered Bus Shelter Unveiled in San Francisco
<http://inhabitat.com>



The sustainable city light concept
<http://www.design.philips.com>

Systemy oświetleniowe



Oświetlenie węzła autostradowego
Pustynia Atacama, Chile

Lampy solarne

<http://mlsystem.pl>



Rzeszów / WSPiA Rzeszowska Szkoła Wyższa



Zaczermie / ML System S. A.



Zaczermie / ML System S.A.



Łódź / Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Fotowoltaika zainstalowana na dachach budynków mieszkalnych

źródło: <http://sinovoltaics.com>



BAPV
(doinstalowana do dachu)



BIPV
(zintegrowana z dachem)

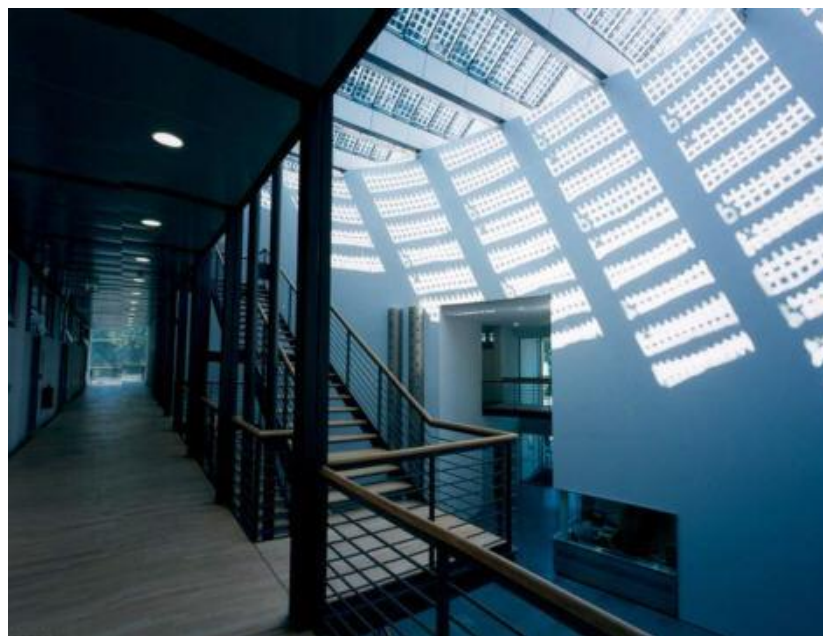
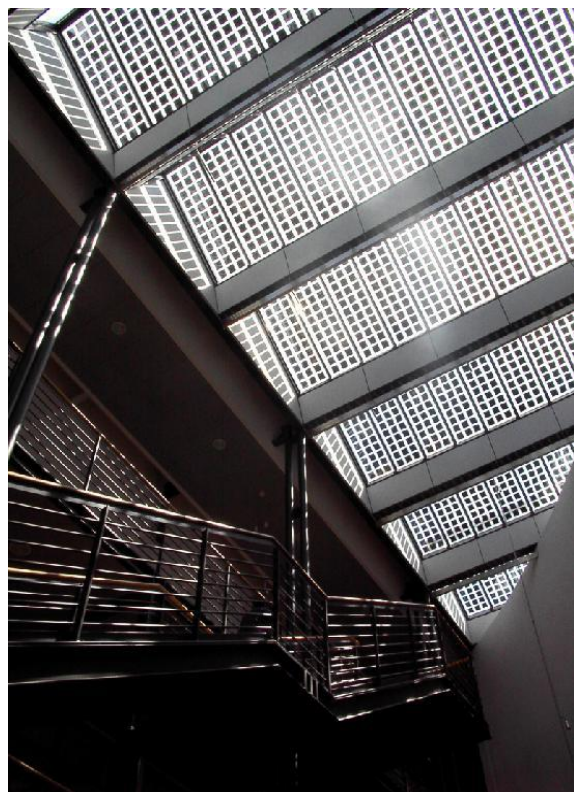
Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: Fraunhofer ISE

Elementy fasady budynku wykonane z baterii słonecznych

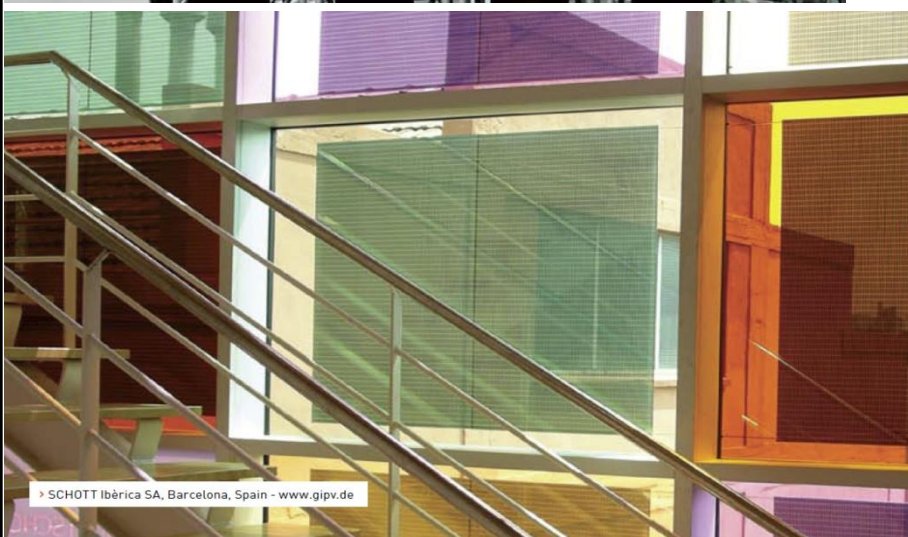
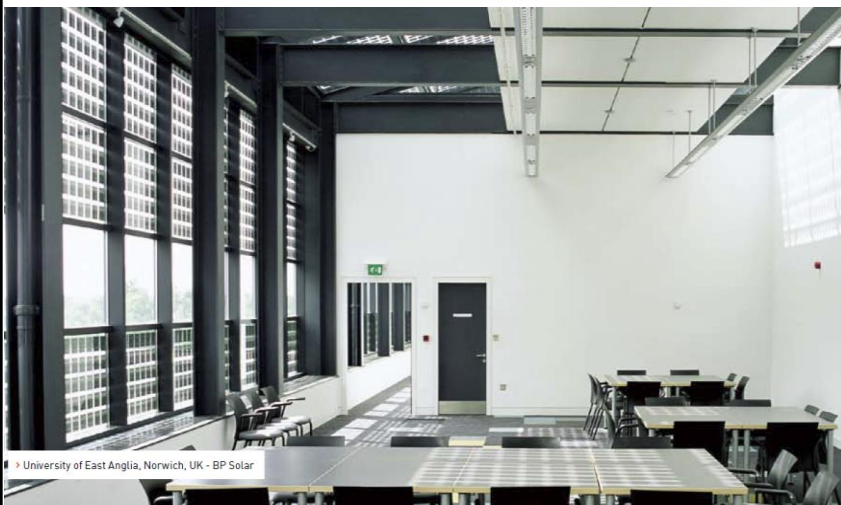
Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: Fraunhofer ISE

Pokrycia dachowe wykonane z baterii słonecznych

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



Eden Project, Cornwall, UK
<http://www.sharpmanufacturing.co.uk>

http://www.gipv.de/BIPV_Brochure.pdf

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)

OGNIWA BIPV

OGNIWA DLA BIPV

Ogniwa dedykowane dla BIPV mogą być wykorzystane w lamelach żaluzji osłonowych, wypełnieniu fasad słupowo-ryglowych, świetlikach dachowych, balustradach oraz innych elementach stolarki.

Ilustracje przedstawiają wybrane ogniwa.



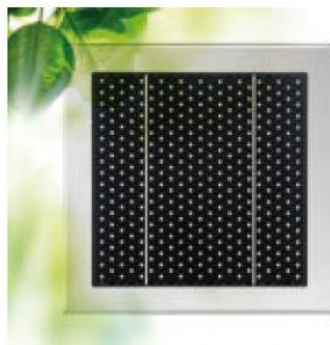
ogniwo drukowane



ogniwo amorficzne z powłoką barwioną



ogniwo cienkowarstwowe o transparentności 10%



ogniwo semitransparentne polikrystaliczne romb



ogniwo monokrystaliczne z tylną powłoką barwioną



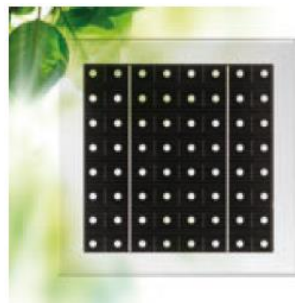
ogniwo monokrystaliczne back contact



ogniwo cienkowarstwowe o transparentności 5%

Kolorowe ogniwa PV

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



ogniwo semitransparentne polikrystaliczne koło



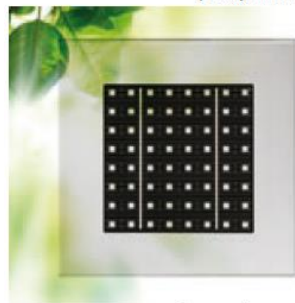
ogniwo cienkowarstwowe o transparentności 20%



ogniwo cienkowarstwowe o transparentności 15%



ogniwo polikrystaliczne barwione silver



ogniwo semitransparentne monokrystaliczne



ogniwo polikrystaliczne barwione green



ogniwo monokrystaliczne



ogniwo polikrystaliczne barwione gold



ogniwo polikrystaliczne barwione grey



ogniwo polikrystaliczne barwione blue



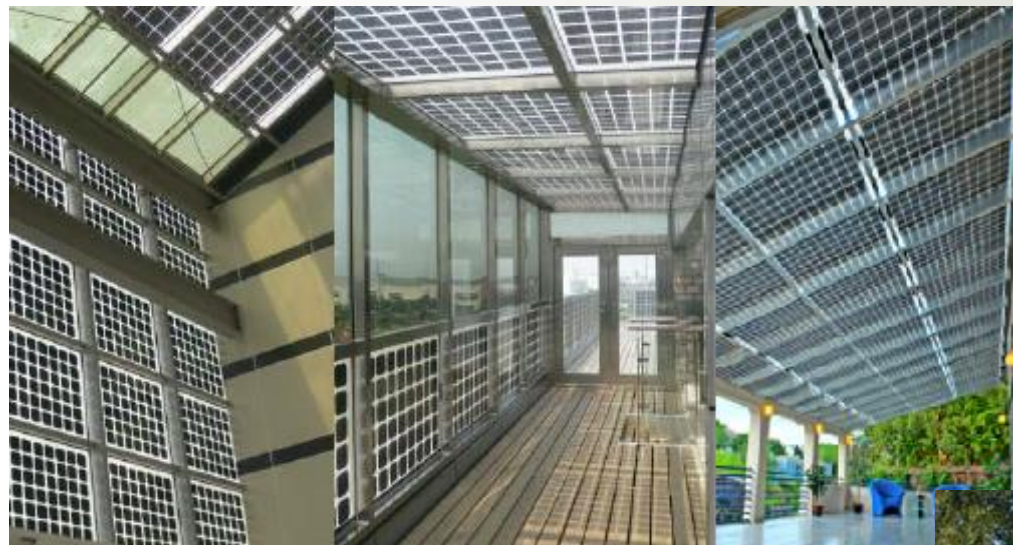
ogniwo polikrystaliczne barwione red



ogniwo polikrystaliczne barwione green

Kolorowe ogniwa PV

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: Sugan Solar System Solutions,

Źródło: <http://www.treehugger.com/solar-technology>

Elementy budynków mieszkalnych wykonane z przepuszczających światło paneli fotowoltaicznych



Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: PV ezRack

Panele fotowoltaiczne stanowiące część pokrycia dachowego

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV)



źródło: SOLÉ Solar Power Tile

Dachówki fotowoltaiczne



źródło: www.scientificamerican.com



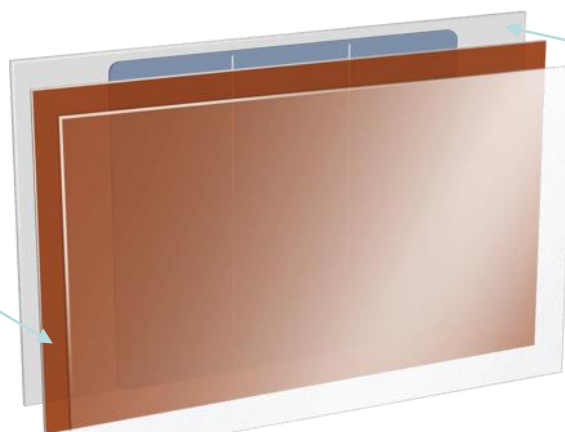
źródło: Stellar Energy Contrac

Fotowoltaika zintegrowana z budynkami (BIPV) – Tesla Roof



źródło: [/www.tesla.com/solar](http://www.tesla.com/solar)

Folia nadająca kolor



Wysokowydajne ogniwo PV

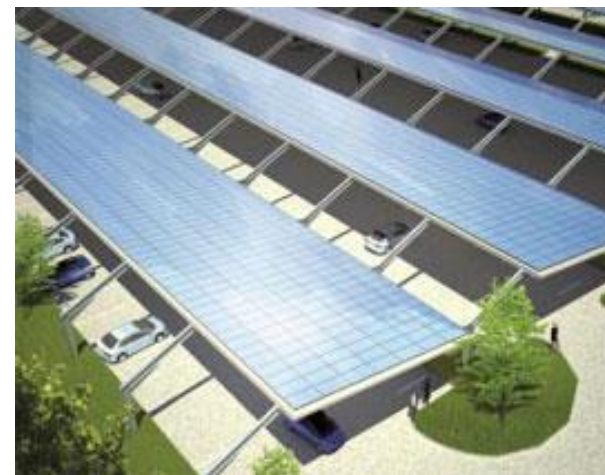
Hartowane szkło

Fotowoltaika doinstalowywana do budynków (BAPV)



Fotowoltaiczny system zacieleniowy (markiza) AGH Budynek C-3

Wiaty fotowoltaiczne (mała architektura)



źródło: <http://www.schott.com>, www.solarserver.de, trackenergy.com.au

Wiaty fotowoltaiczne (mała architektura)



Źródło: www.dailygreen.de, www.sunside-carports.de

Wiaty fotowoltaiczne (mała architektura)

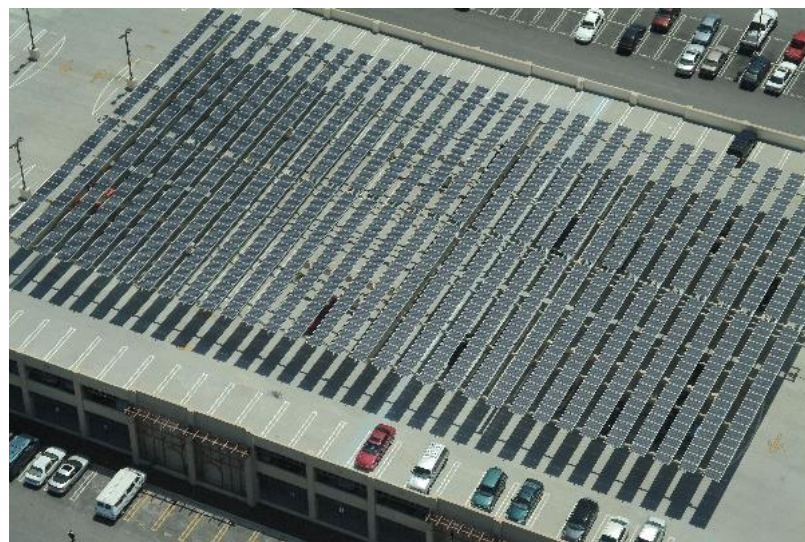
Chojnice,
Park 1000-lecia
9,6kWp

Zasilanie oświetlenia
monitoringu parku.

Źródło: www.sunnyportal.com



Dachy fotowoltaiczne



źródło: www.belectric.com, www.sustainableplant.com,
<http://www.gosolarcalifornia.ca.gov>

Dachy fotowoltaiczne



źródło: www.sma-sunny.com, <http://www.gosolarcalifornia.ca.gov>

Dachy fotowoltaiczne



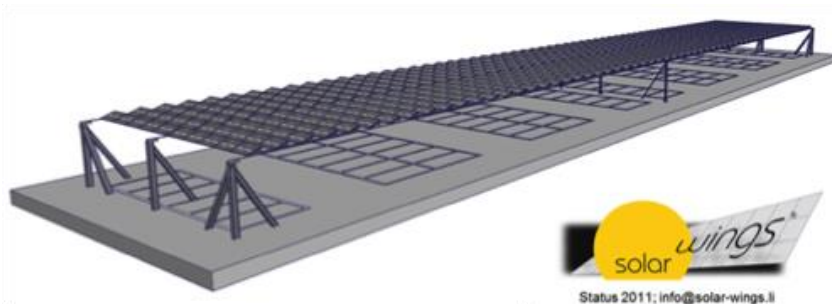
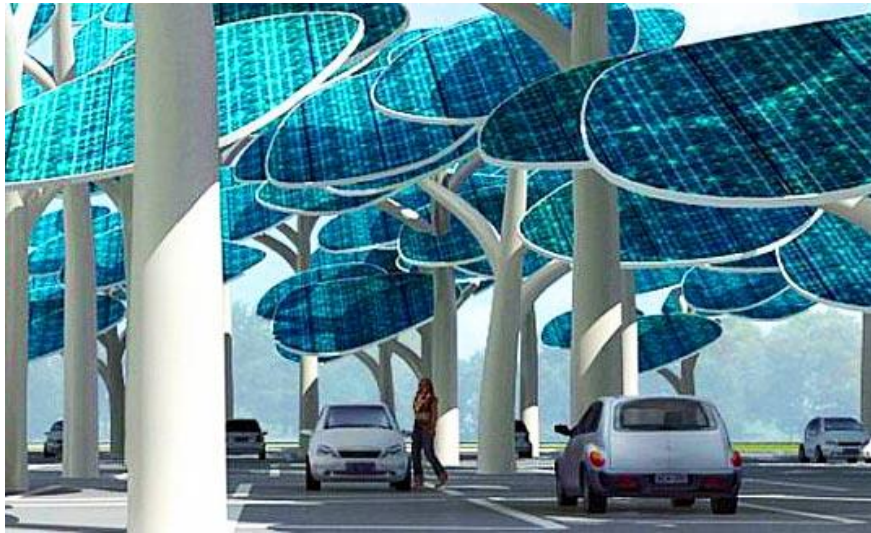
źródło: www.lapsedphysicist.org

Drzewa fotowoltaiczne



źródło: www.geocaching.com, www.solarserver.de, www.resutec.de

Rozwiązania nietypowe

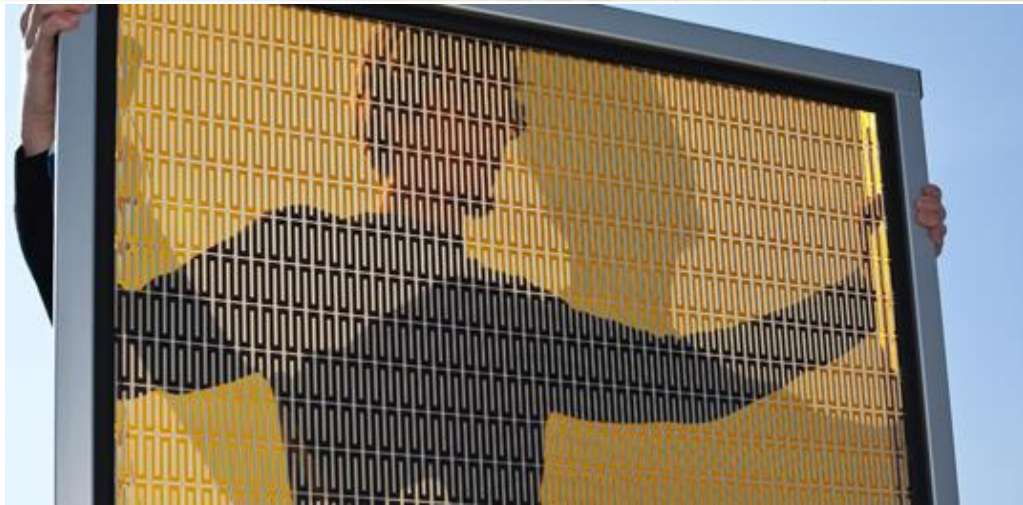


źródło: de.wikipedia.org, greenzu.com, www.engineering.zhaw.ch, inhabitat.com

Moduły PV przepuszczające światło



Moduły PV przepuszczające światło



źródło: www.weiku.com, www.osps.eu, www.archiexpo.com, www.pv-magazine.com

Komercyjne elektrownie fotowoltaiczne



San Luis Obispo County, California USA
Topaz Solar Farm 550 MWp
9 mln. modułów CdTe (First Solar)
Źródło: Wikipedia

**1 MWp
~ 2,5 ha gruntu**

Hokuto-City, Japan 1,2MWp



Komercyjne elektrownie fotowoltaiczne



Yuma County, Arizona USA
Agua Caliente Solar Project 247MWp (397MWp)

<http://www.YumaSun.com/>

Pierwsza w Polsce farma fotowoltaiczna o mocy 1,0 MWp w Wierzchosławicach została uruchomiona w dniu 30.09.2011 r.



Przykład BAPV w Jaworznie

Sanktuarium Matki Bożej Nieustającej Pomocy



kwiecień 2011

Zalety fotowoltaki

- Nie emituje zanieczyszczeń
- Nie wytwarza hałasu
- Nie generuje wibracji
- Nie ingeruje w środowisko i przestrzeń*
- Łatwo ją zintegrować z budynkami
- Gwarancja parametrów paneli PV na 25 lat



Elementy systemu fotowoltaicznego

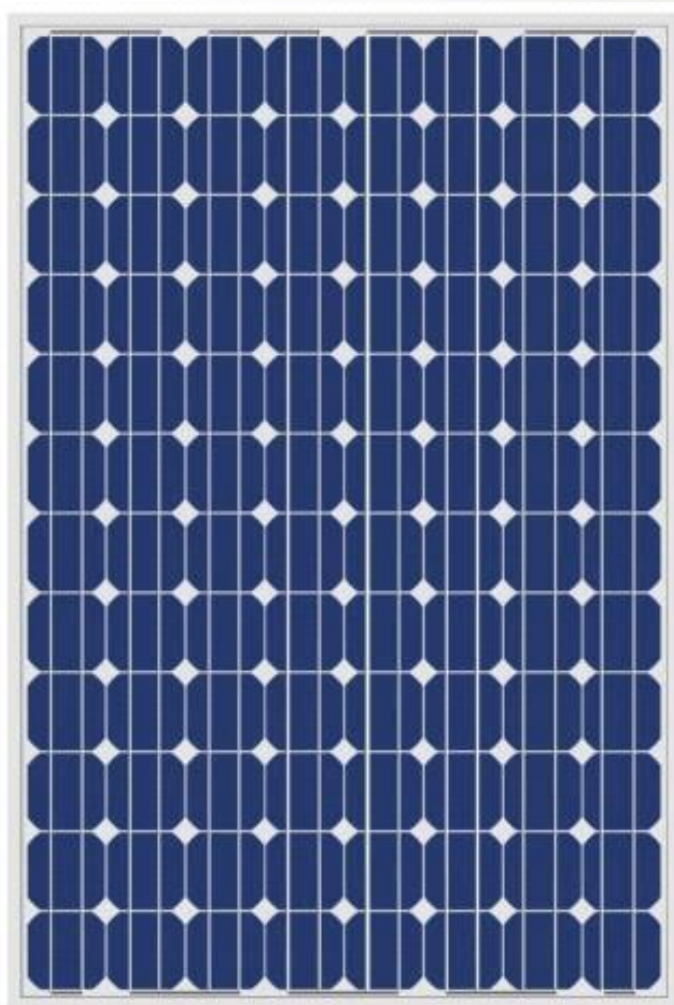
Moduł(y) fotowoltaiczne

- Stanowią generator energii elektrycznej
- Łączy się je w pola fotowoltaiczne
- Montowane są na konstrukcjach wsporczych zapewniających odpowiednie kąty ustawienia oraz wytrzymałość mechaniczną



zdjęcie: Kyocera – materiały handlowe

Rodzaje modułów PV krzem monokrystaliczny



źródło : <http://www.ecvv.com> ,
<http://ledprince.in/ledprince>



AGH

Dwustronne moduły PV (bi-facial)

Moduły PV przetwarzające światło padające z przodu i z tyłu

Sunmodule[®] Bisun
SW 280 DUO



REAKCJA W OPTYMALNYCH WARUNKACH

Dodatkowa energia		6 %	10 %	20 %	25 %
Moc znamionowa	P_{max}	296 Wp	306 Wp	331 Wp	344 Wp
Napięcie jałowe	U_{oc}	39,6 V	39,6 V	39,6 V	39,6 V
Napięcie MPP	U_{mpp}	32,1 V	32,0 V	31,8 V	31,7 V
Prąd zwarcioowy	I_{sc}	9,96 A	10,34 A	11,28 A	11,75 A
Natężenie MPP	I_{mpp}	9,21 A	9,56 A	10,43 A	10,86 A
Współczynnik skuteczności modułu	η_m	17,64 %	18,25 %	19,77 %	20,52 %

REAKCJA PRZY TEŚCIE W WARUNKACH STANDARDOWYCH (STC)*

Moc znamionowa	P_{max}	280 Wp
Napięcie jałowe	U_{oc}	39,6 V
Napięcie MPP	U_{mpp}	32,0 V
Prąd zwarcioowy	I_{sc}	9,40 A
Natężenie MPP	I_{mpp}	8,84 A
Współczynnik skuteczności modułu	η_m	16,70 %

Tolerancja pomiarów ($P_{maks.}$) z możliwością powołania się na TÜV Rheinland: +/- 2% (TÜV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

REAKCJA PRZY 800 W/m², NOCT, AM 1.5

Moc znamionowa	P_{max}	208,9 Wp
Napięcie jałowe	U_{oc}	36,2 V
Napięcie MPP	U_{mpp}	29,2 V
Prąd zwarcioowy	I_{sc}	7,6 A
Natężenie MPP	I_{mpp}	7,14 A
Współczynnik skuteczności modułu	η_m	16,70 %

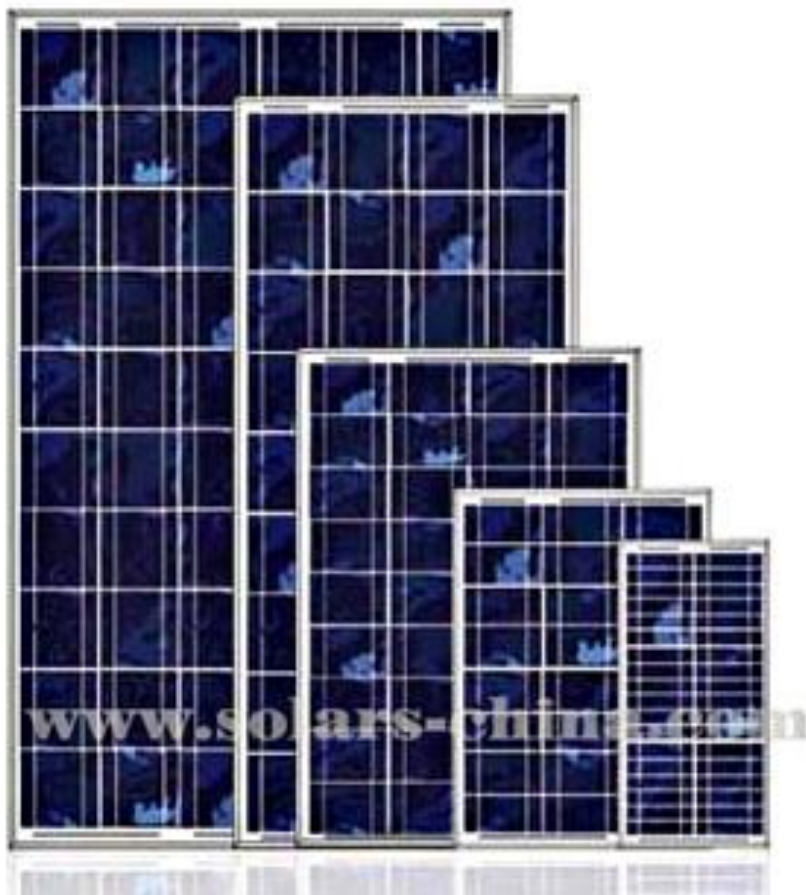
Nieznaczna redukcja współczynnika skuteczności przy reakcji na częściowe obciążenie w 25°C: przy 200 W/m² osiąga się 97 % (+/- 3 %) współczynnika STC.



Poulek
Solar
Co.Ltd.

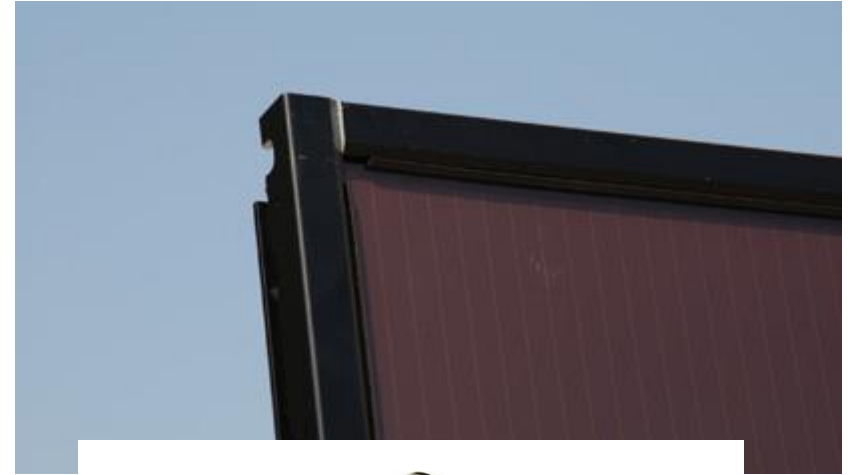
Źródło: SolarWorld.pl, poulek-solar.czechtrade.us/solar-tracker

Rodzaje modułów PV - krzem multiktystaliczny



źródło : <http://www.solars-china.com>, <http://www.sunlightelectric.com>

Rodzaje modułów PV moduły cienkowarstwowe



źródło : First Solar Agua Caliente Arizona USA
<http://www.made-in-china.com>,
<http://www.brijfootcare.in/solar-technologies>

Elementy systemu fotowoltaicznego

Regulator ładowania (charge - controller)

- Decyduje o rozplywie energii w autonomicznym systemie PV
- Nadzoruje proces ładowania/rozładowania akumulatora
- Wizualizuje stan pracy systemu
- Inne funkcje (wyłącznik zmierzchowy, włącznik generatora pomocniczego)

zdjęcia: Steca Elektronik GmbH



Elementy systemu fotowoltaicznego

Akumulator(y)

- Ma zgromadzić zapas energii niezbędny do zapewnienia wymaganej autonomii wydzielonego systemu PV
- Najczęściej wykorzystuje się kwasowo- ołowiowe akumulatory z elektrolitem w postaci żelu
- Magazyn energii buduje się poprzez szeregowo-równoległe łączenie akumulatorów o napięciu 2V, 6V lub 12V
- Pomieszczenie akumulatorowni wymaga wietrzenia



zdjęcia: www.Sonnenchein.org



Elementy systemu fotowoltaicznego

Falownik (inverter)

- Zamienia napięcie stałe z modułów PV na napięcie przemiennie o parametrach sieciowych
- Może posiadać izolację DC/AC (transformator) lub nie.
- Typy falowników:
 - Wyspowy (off-grid)
 - Współpracujący z siecią (on-grid)
 - Jednofazowy
 - Trójfazowy
- Zakres mocy falowników od 150W do 20kW
- Falowniki centralne o mocach od 100 do 500kW



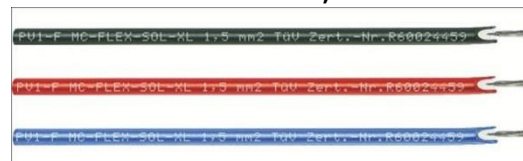
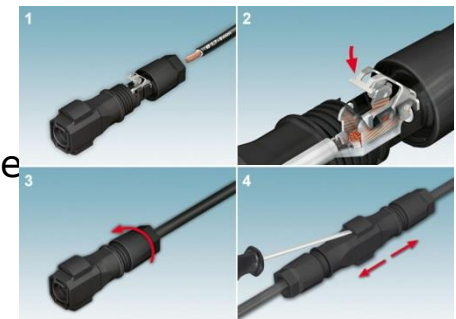
zdjęcia: SMA Solar Technology AG

Elementy systemu fotowoltaicznego

Przewody i złącza

Zdjęcia: MultiContact, PhoenixContact, IBC, Helukabel

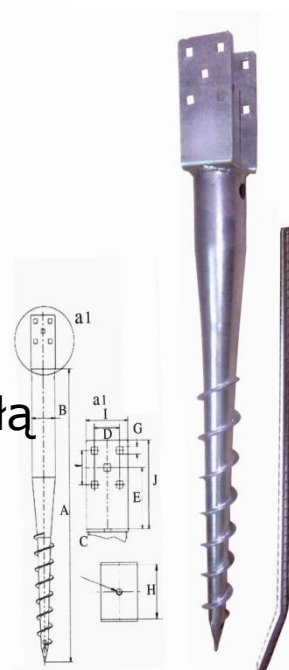
- Mają zapewnić bezawaryjną pracę systemu przez ponad 20 lat.
- Muszą być odporne na zmienne warunki pogodowe.
- Muszą posiadać zabezpieczenia przed przypadkowym rozłączeniem
- Najpopularniejsze standardy złącz:
 - MultiContact **MC3 i MC4**
 - PhoenixContact **Sunclix**
- Przewody solarne – elastyczne (linka), odporne na działanie UV i wysokiego napięcia (min. 1000 V)
 - Przykłady: IBC Flexisun, Helukabel Solarflex-X, MultiContact Flex



Elementy systemu fotowoltaicznego

Konstrukcja wsporcza

- Stalowa lub aluminiowa konstrukcja łącząca moduły fotowoltaiczne z budynkiem (dach, fasada) lub podłożem ziemnym.
- Ma zapewnić odpowiednie kąty ustawienia modułów PV oraz odporność na podmuchy wiatru.
- Tak jak ramy modułów oraz wszystkie metalowe obudowy urządzeń użytych do budowy systemu PV konstrukcja wsporcza musi być uziemiona.
- Spotyka się najróżniejsze sposoby łączenia konstrukcji wsporczej z bryłą budynku lub podłożem (stawianie, przykręcanie, wbijanie montaż na betonowych fundamentach).



Elementy systemu fotowoltaicznego



Standard Test Conditions (STC)

- **Natężenie promieniowania słonecznego: 1000 [W/m²]**
- **Widmo promieniowania słonecznego: AM=1.5**
- **Temperatura pracy modułu: 25°C**

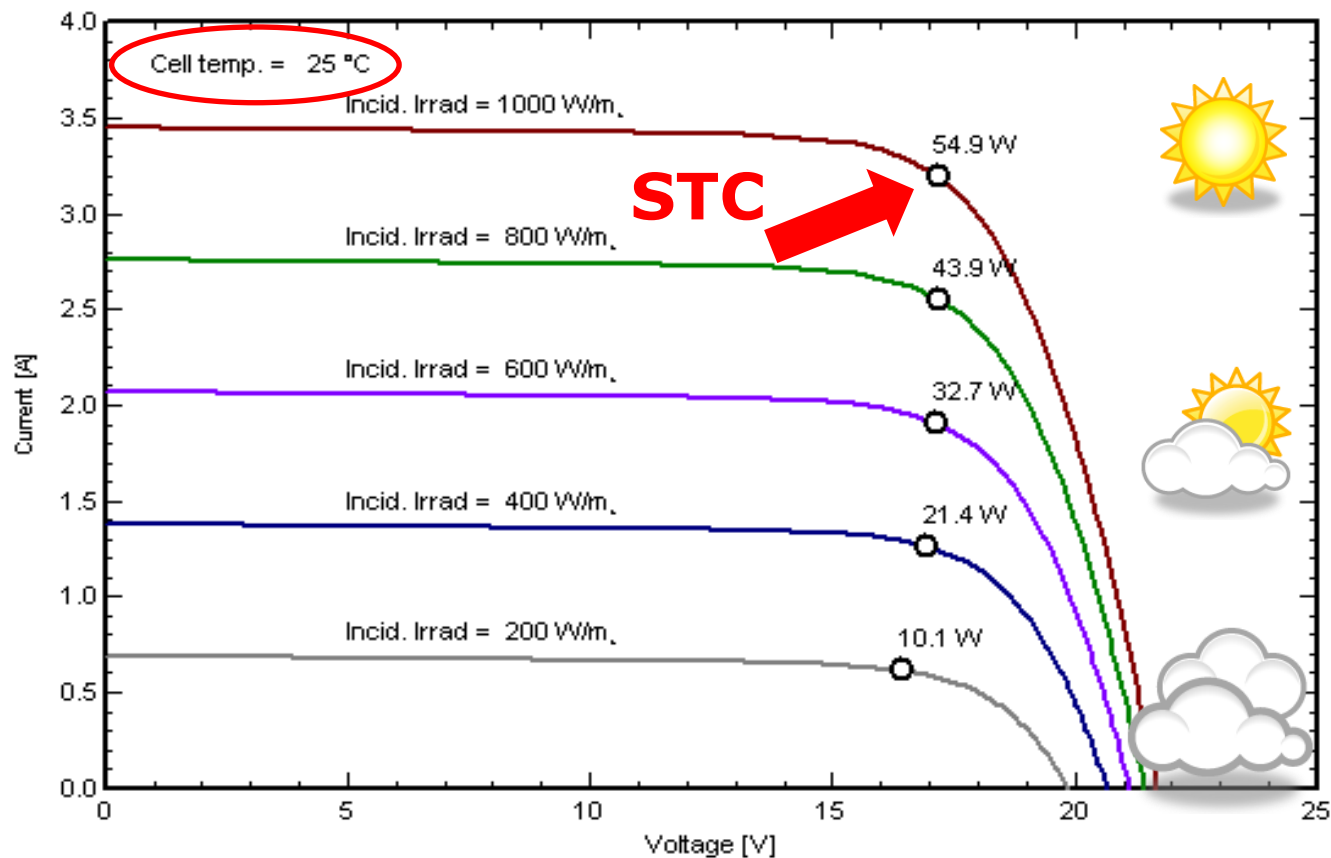
Dla warunków STC

podaje się następujące parametry modułu:

- moc znamionową
- sprawność
- napięcie układu otwartego (bez obciążenia)
- prąd zwarciovowy modułu
- optymalny punkt pracy (napięcie i prąd, przy których uzyskuje się z modułu moc znamionową)

Charakterystyka I/V modułu fotowoltaicznego

PV module : Siemens Solar, SM55, Manufacturer

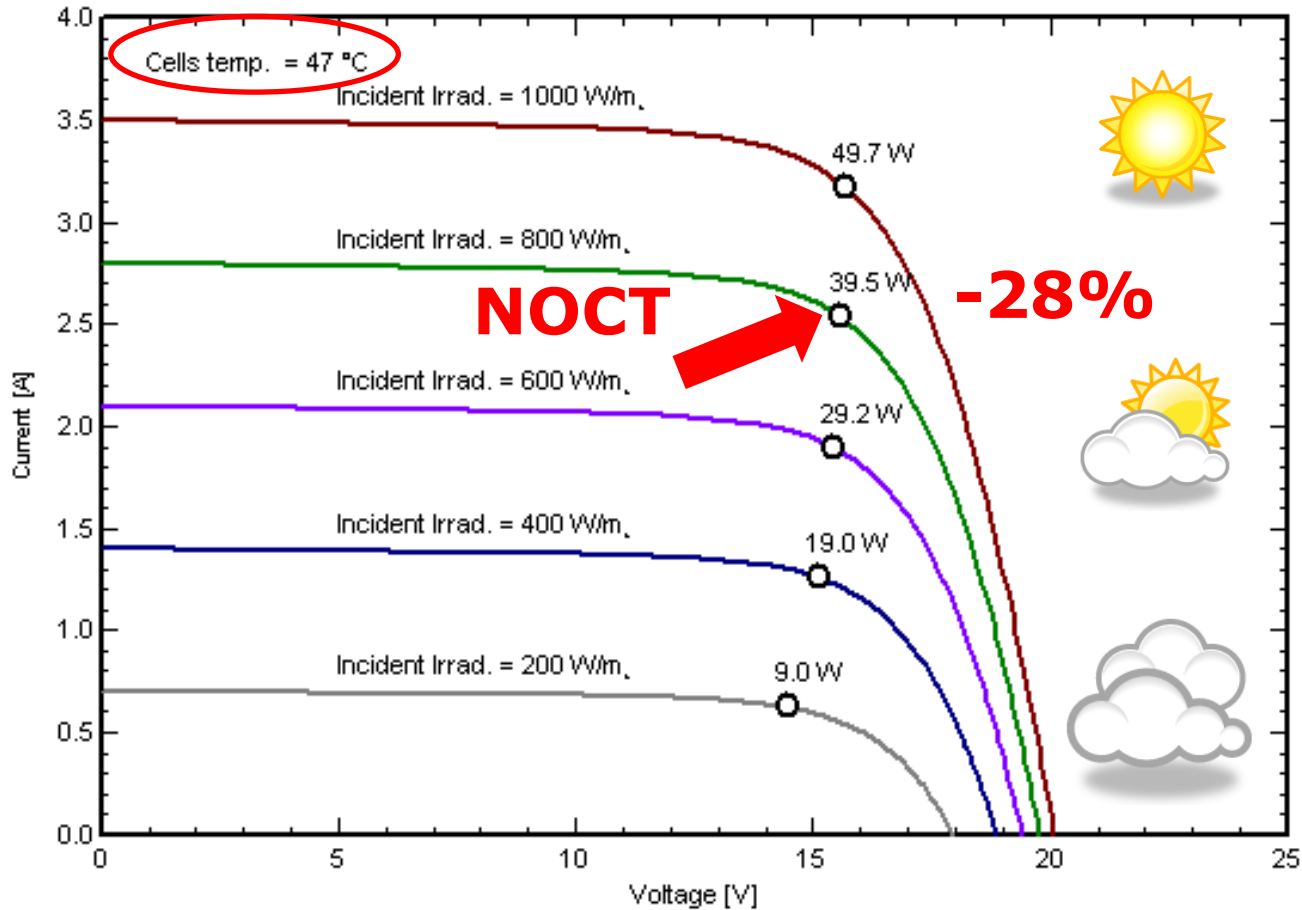


Normal (Nominal) Operating Cell Temperature NOCT

- **Natężenie promieniowania słonecznego: 800 [W/m²]**
- **Widmo promieniowania słonecznego: AM=1.5**
- **Temperatura pracy modułu: 47-49°C**
temperatura jaką osiąga moduł przy oświetleniu 800W/m², przy temperaturze powietrza 20°C i wietrze wiejącym z prędkością 1 m/s.

Normal (Nominal) Operating Cell Temperature NOCT

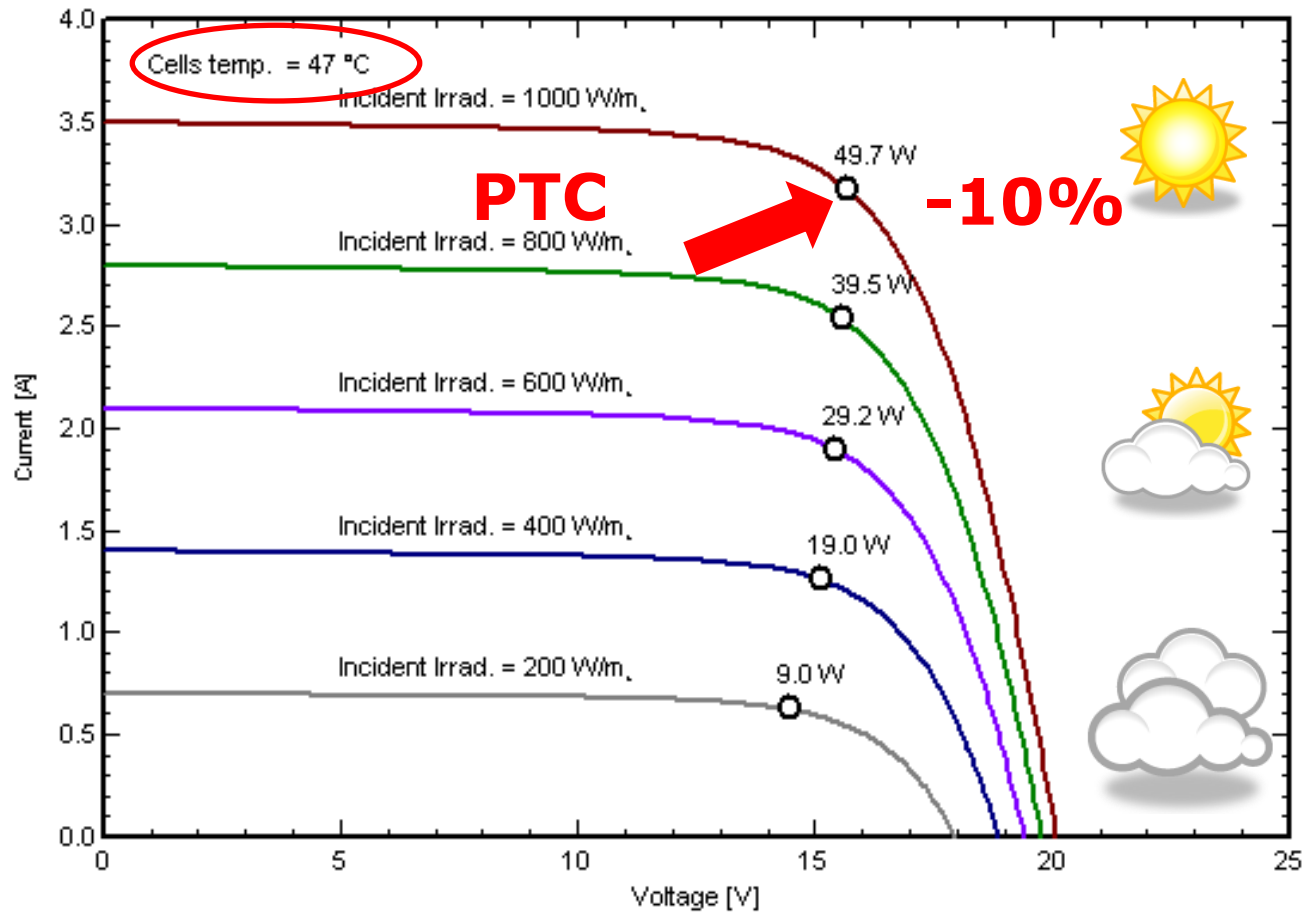
PV module: Siemens Solar, SM55



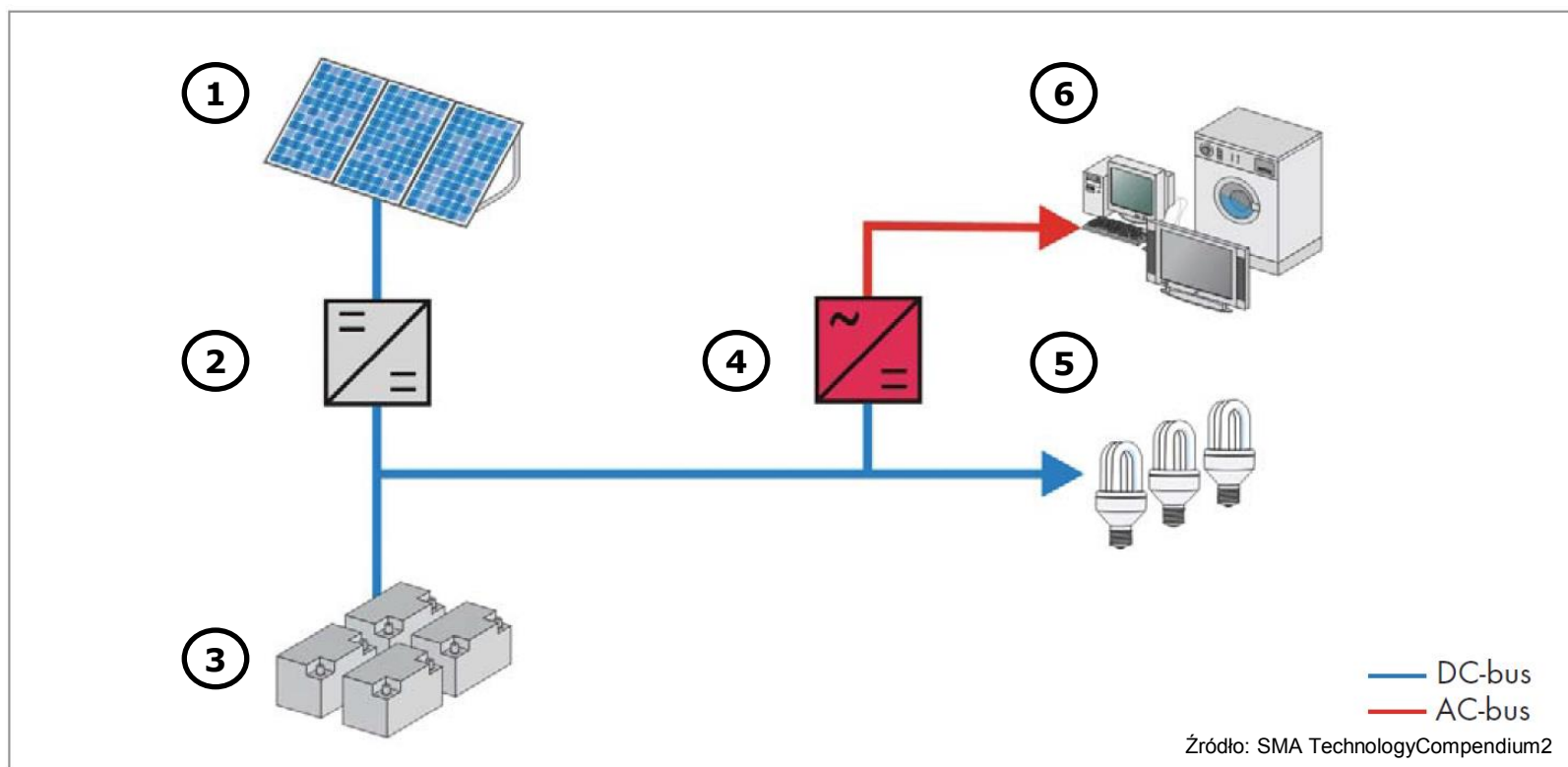
- **Natężenie promieniowania słonecznego: 1000 [W/m²]**
- **Widmo promieniowania słonecznego: AM=1.5**
- **Temperatura pracy modułu: 47-49°C**
temperatura jaką osiąga moduł przy oświetleniu 1000W/m², przy temperaturze powietrza 20°C i wietrze wiejącym z prędkością 1 m/s.

PTC – PVUSA Test Conditions

PV module: Siemens Solar, SM55



Autonomiczny system fotowoltaiczny

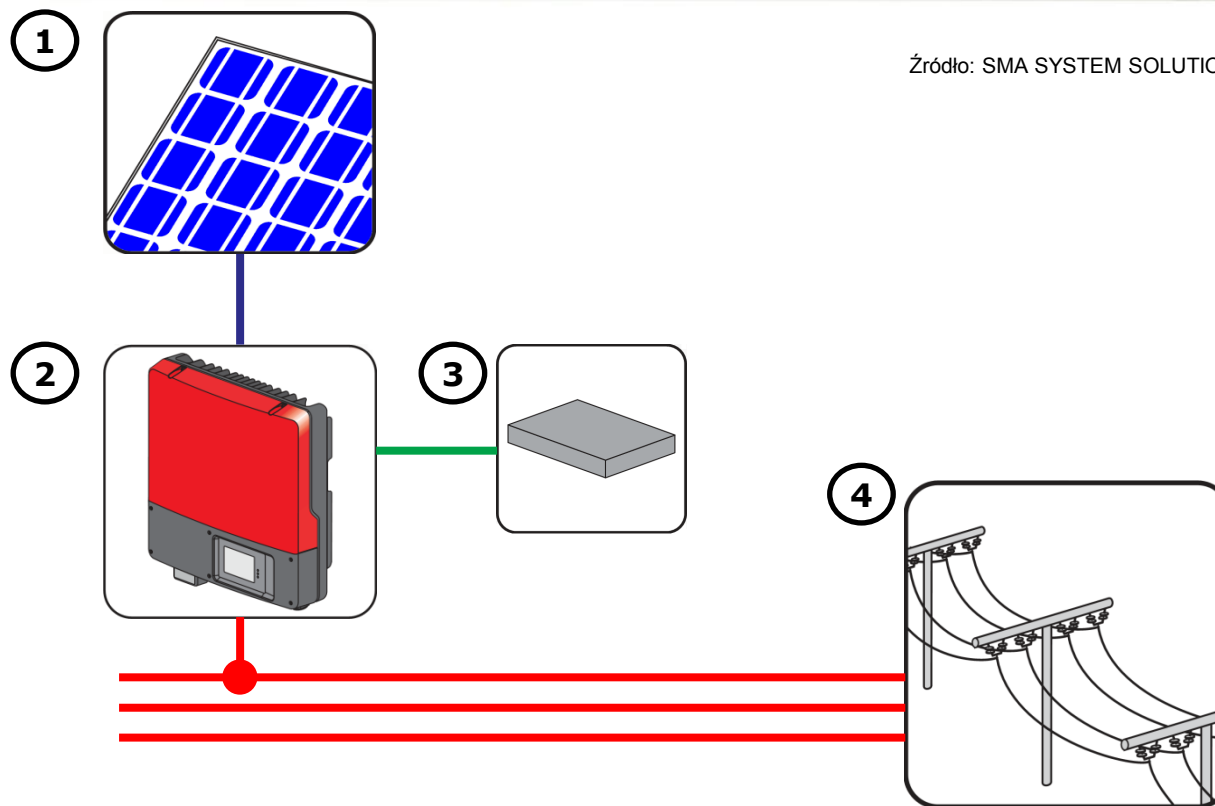


1. Generator fotowoltaiczny
2. Regulator ładowania
3. Bank akumulatorów

4. Autonomiczny falownik
5. Odbiorniki stałoprądowe
6. Odbiorniki zmiennoprądowe

Sieciowe systemy fotowoltaiczne

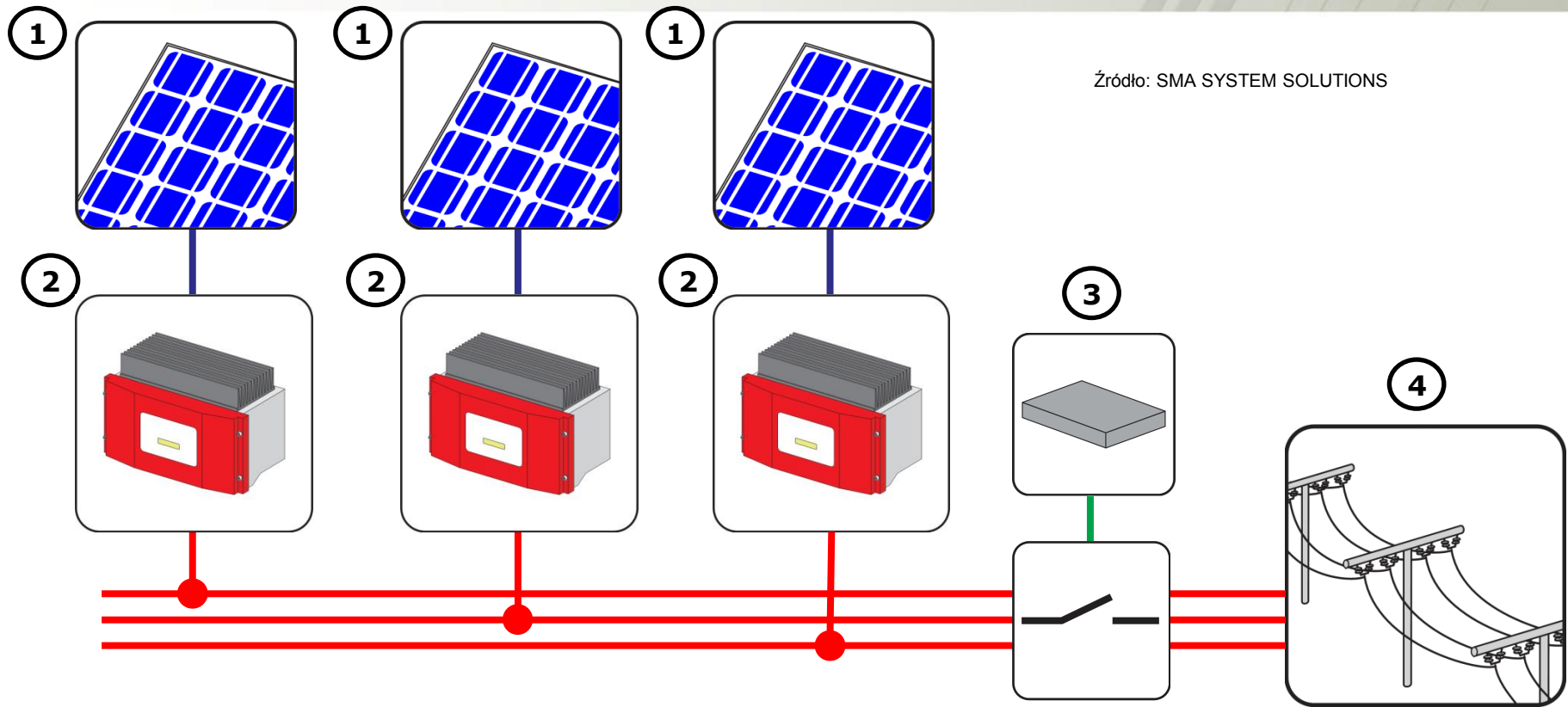
Źródło: SMA SYSTEM SOLUTIONS



1. Generator fotowoltaiczny
2. Jednofazowy falownik sieciowy z regulacją mocy
3. Urządzenia sterujące i komunikacyjne
4. Publiczna sieć elektroenergetyczna

	DC
	AC
	Magistrala komunikacyjna

Sieciowe systemy fotowoltaiczne

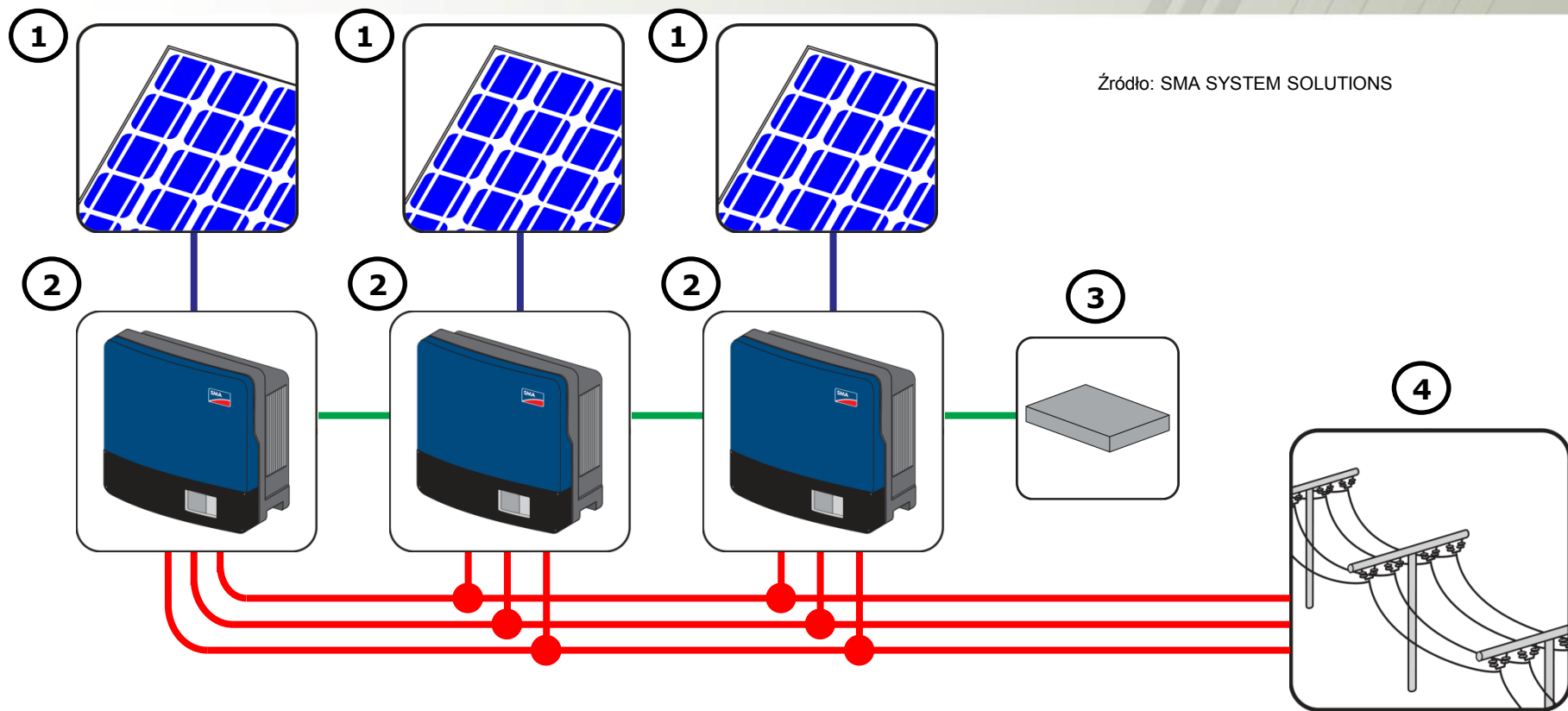


Źródło: SMA SYSTEM SOLUTIONS

1. Generator fotowoltaiczny
2. Jednofazowy falownik sieciowy
3. Urządzenia sterujące i komunikacyjne
4. Publiczna sieć elektroenergetyczna
5. Wyłącznik (zdalnie sterowany)

 DC
 AC
 Magistrala komunikacyjna

Sieciowe systemy fotowoltaiczne

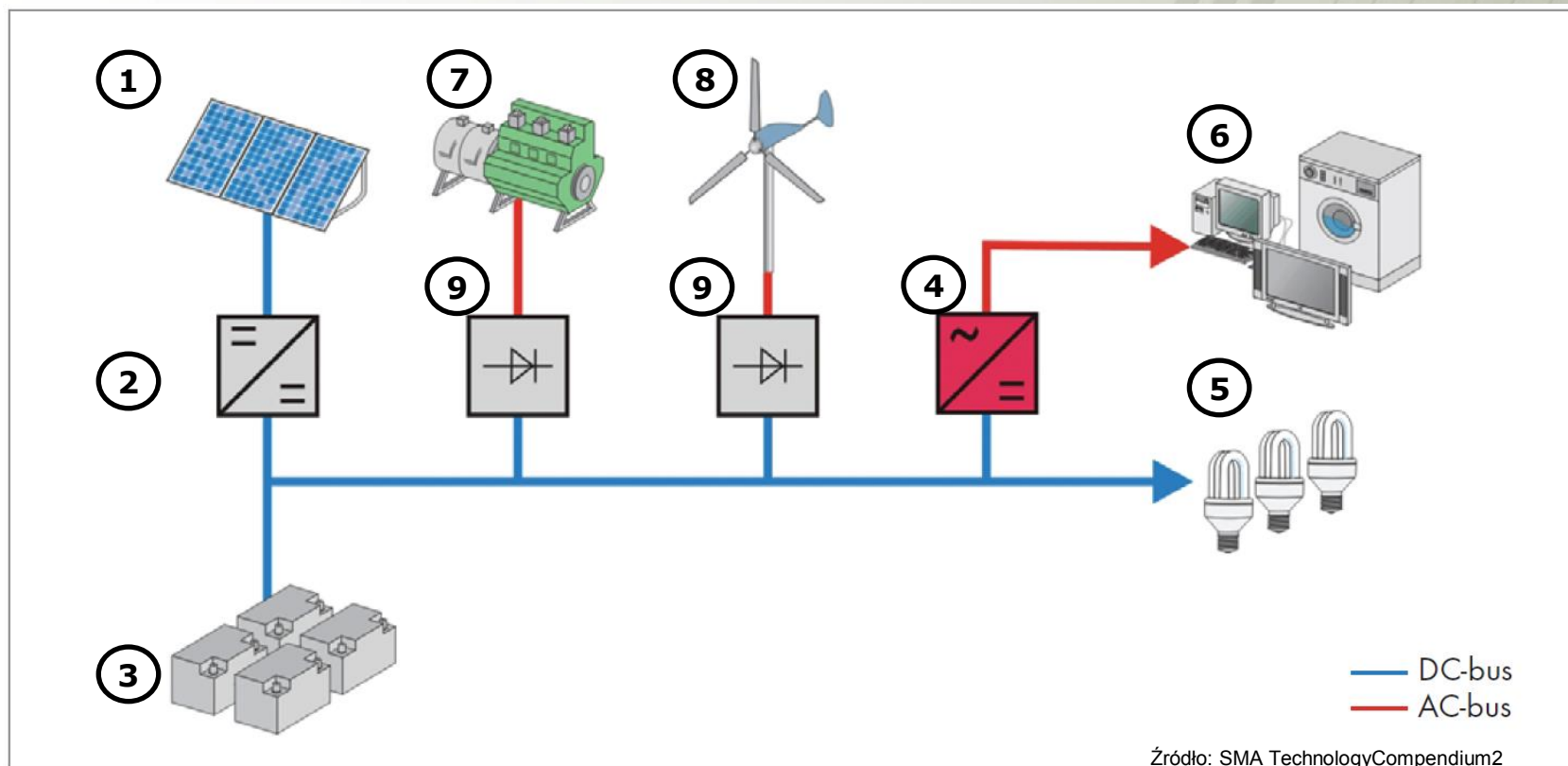


Źródło: SMA SYSTEM SOLUTIONS

1. Generator fotowoltaiczny
2. Trójfazowy falownik sieciowy z regulacją mocy
3. Urządzenia sterujące / komunikacyjne
4. Publiczna sieć elektroenergetyczna

 DC
 AC
 Magistrala komunikacyjna

Autonomiczny system hybrydowy (DC)

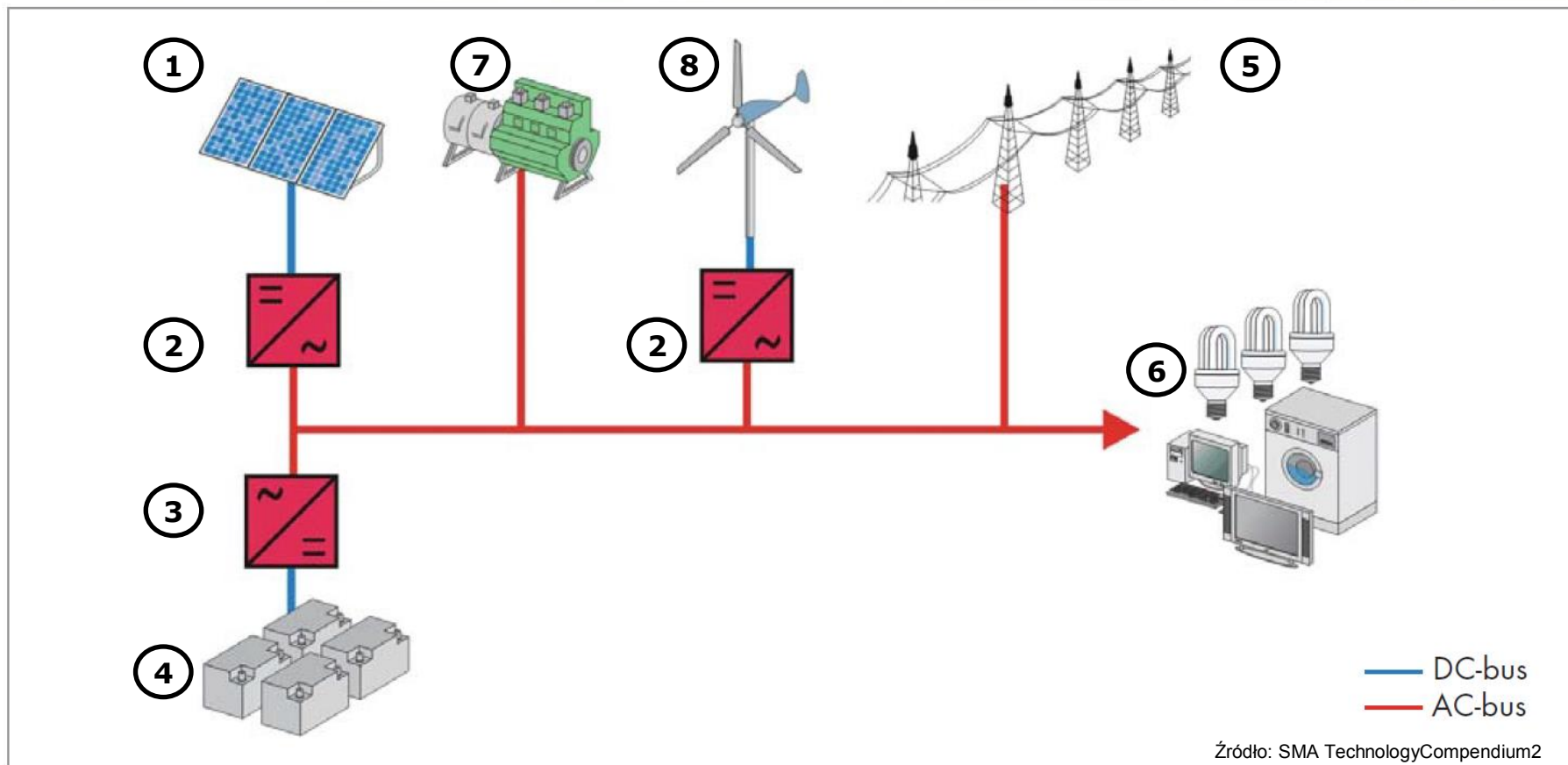


1. Generator fotowoltaiczny
2. Regulator ładowania
3. Bank akumulatorów

4. Autonomiczny falownik
5. Odbiorniki stałoprądowe
6. Odbiorniki zmiennoprądowe

7. Generator pomocniczy
8. II Generator pomocniczy
9. Prostownik napięcia

Autonomiczny system hybrydowy (AC)

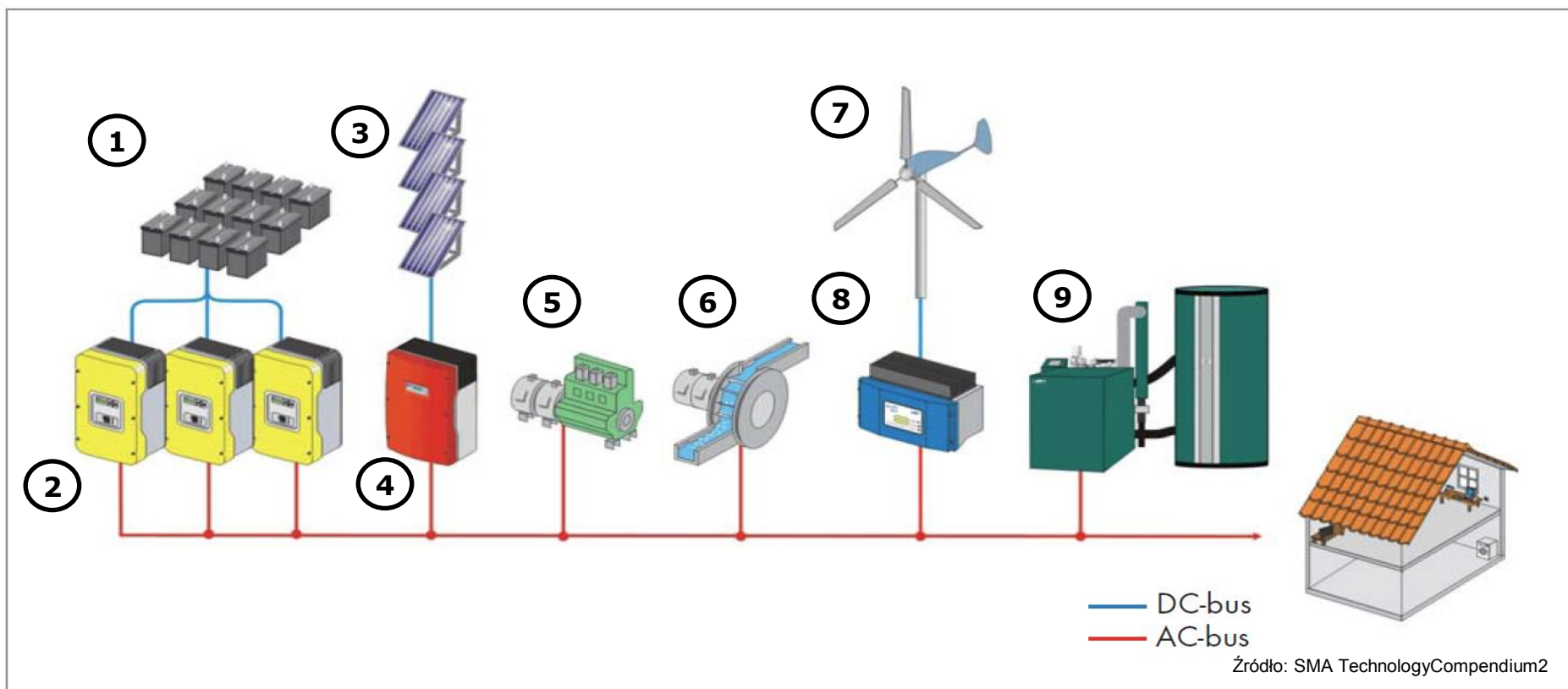


1. Generator fotowoltaiczny
2. Falownik sieciowy
3. Falownik sieciowy / ładowarka

4. Bank akumulatorów
5. Publiczna sieć elektroenerget.
6. Odbiorniki zmiennoprądowe

7. Generator pomocniczy
8. II Generator pomocniczy

Hybrydowy system wyspowy

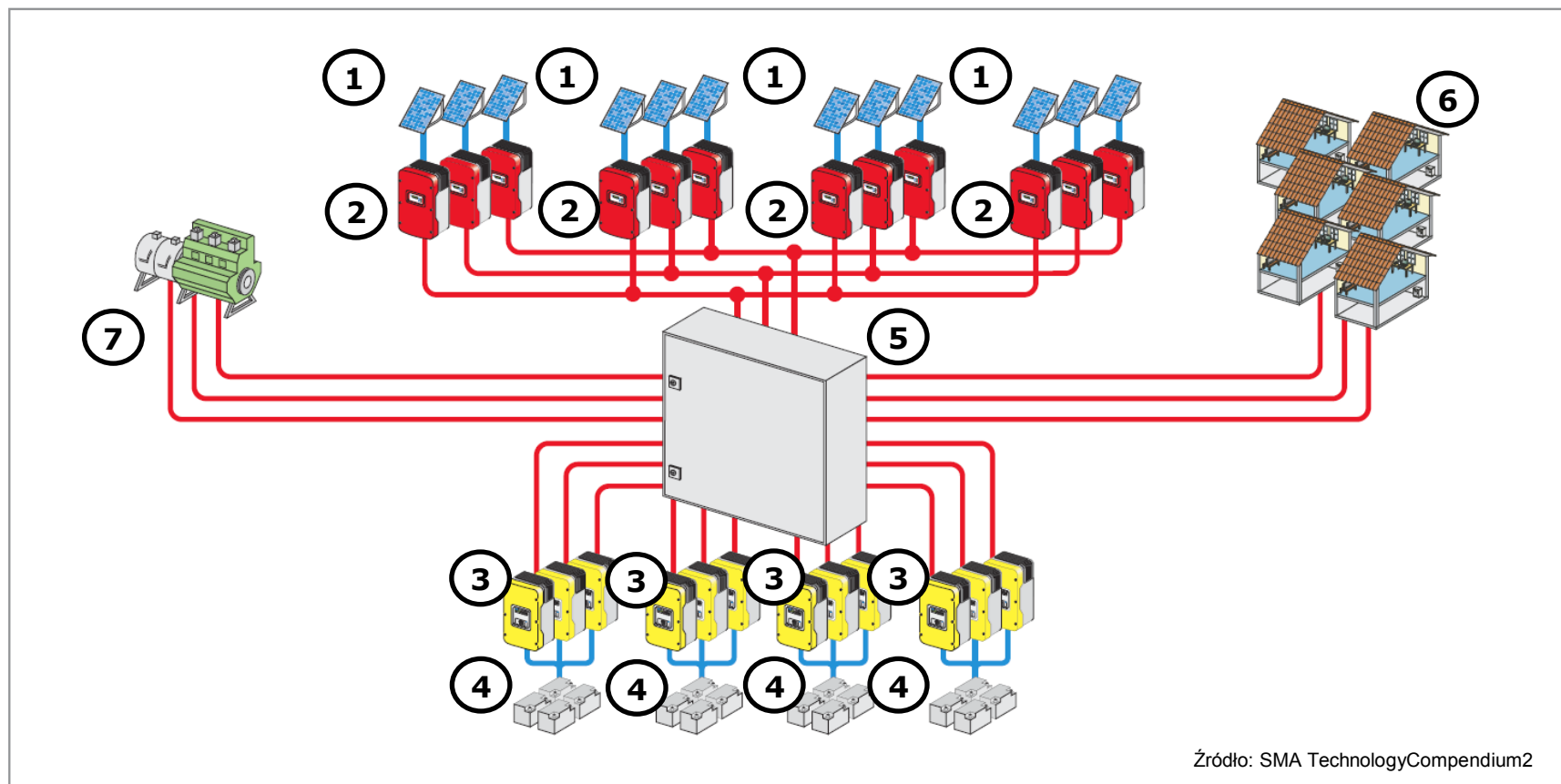


1. Bank akumulatorów
2. Falowniki wyspowe
3. Generator fotowoltaiczny

4. Falownik sieciowy (solar)
5. Generator pomocniczy
6. Hydrogenerator

7. Turbina wiatrowa
8. Falownik sieciowy (wind)
9. Generator na biogaz

Rozproszony system wyspowy



Źródło: SMA TechnologyCompendium2

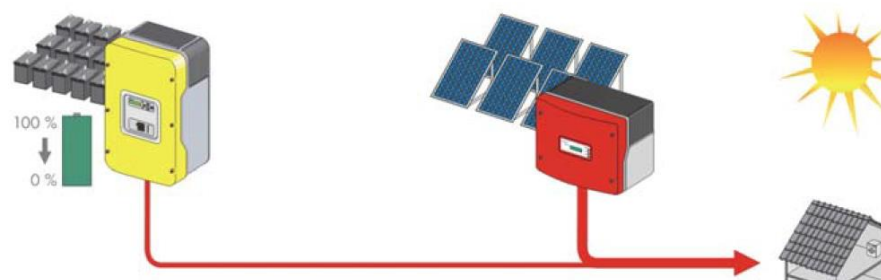
1. Generator fotowoltaiczny
2. Falowniki sieciowe
3. Falowniki wyspowe

4. Banki akumulatorów
5. Centrum dystrybucji energii
6. Odbiorniki energii

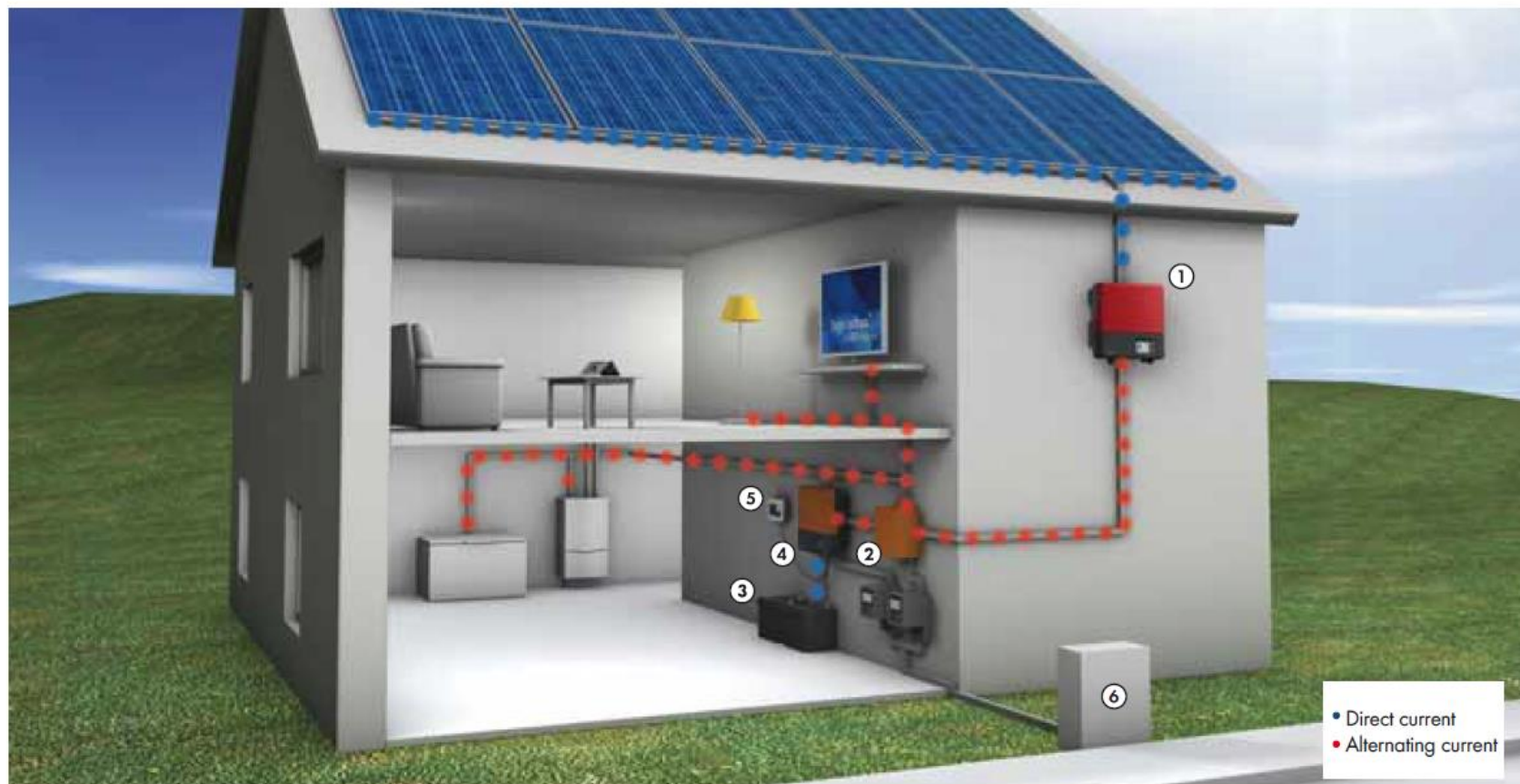
7. Generator pomocniczy

Zasada działania systemu wyspowego

Źródło: SMA TechnologyCompendium2



System typu Sunny Backup

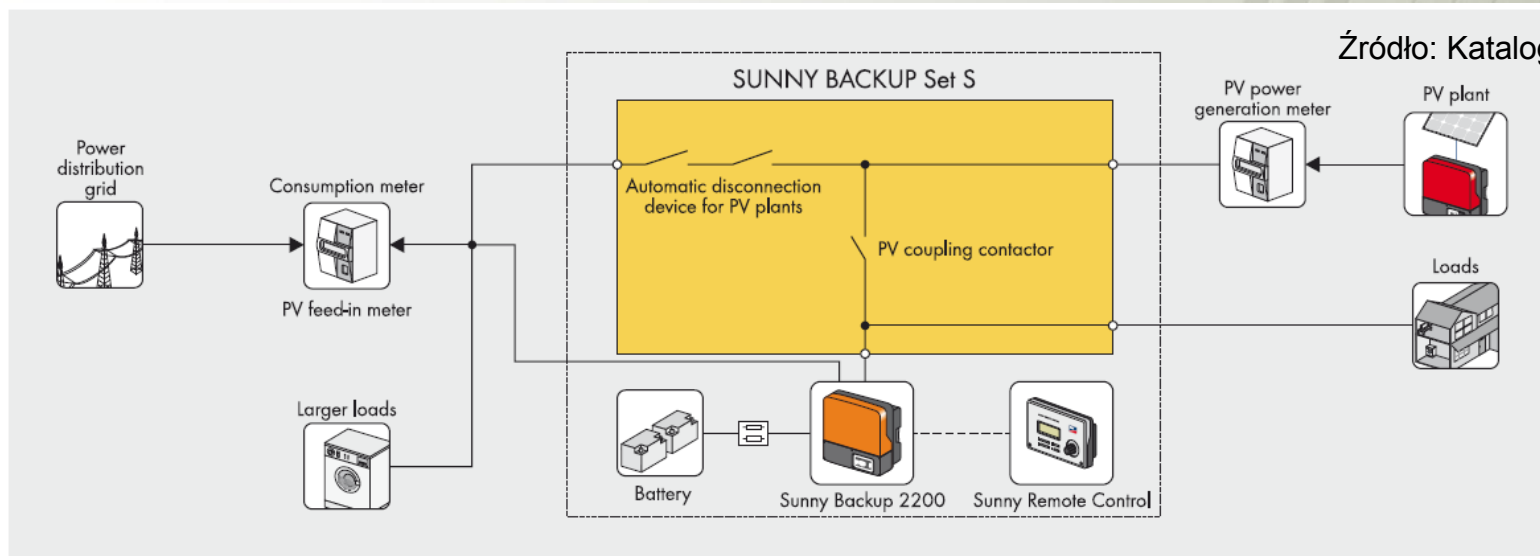


Components: 1. Sunny Boy PV inverter, 2. Sunny Backup automatic transfer switch, 3. Sunny Backup battery set, 4. Sunny Backup 2200, 5. Sunny Remote Control, 6. Grid connection

Źródło: SMA materiały promocyjne

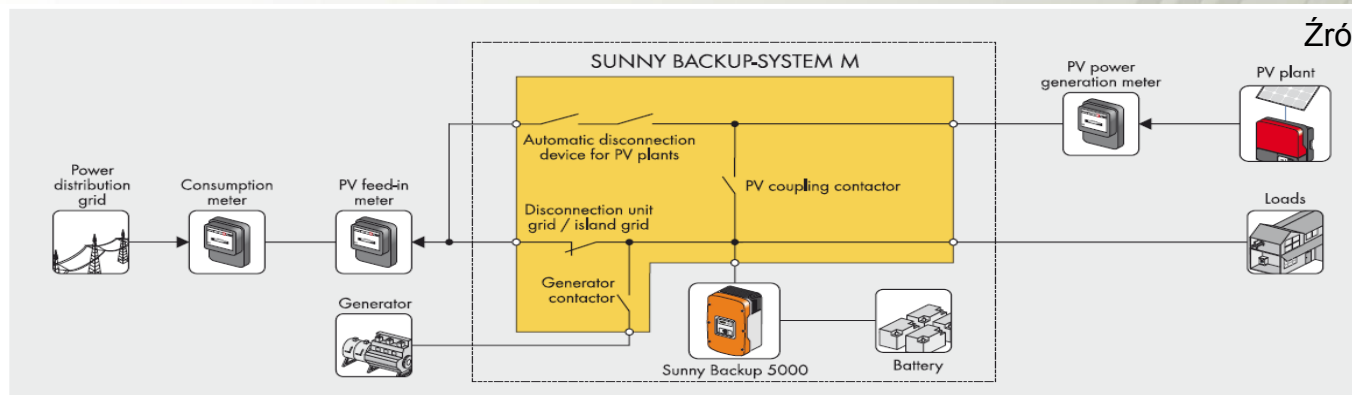
Sunny Backup Set S

Źródło: Katalog SMA 2012



Technical data	Sunny Backup Set S	
Output: loads		
Nominal power / electric current during grid operation	5.7 kW / 25 A	
Backup power (duration / 30 min / 1 min)	2.2 kW / 2.9 kW / 3.8 kW	
Number of phases (grid operation / backup operation)	1 / 1	
Voltage (range)	230 V (172.5 V - 264.5 V)	
Frequency (range)	50 Hz (45 Hz ... 65 Hz)	
Permitted grounding system	TN	
Typical interruption time during grid failure	50 ms	
Input PV plant		
Nominal AC PV power / current	4.6 kW / 20 A	
Compatible PV inverters	www.SMA-Solar.com	
Input battery		
Nominal voltage / number of blocks	24 V / 2 x 12 V	
Battery type, energy / capacity per block	AGM, 3.4 kWh / 142 Ah	

Sunny Backup Set M lub L



Źródło: Katalog SMA 201

Technical data	Sunny Backup system M	Sunny Backup system L
Output: loads		
Nominal power / electric current during grid operation	7.4 kW / 32 A at 35 °C	35 kW / 3 x 50 A at 35 °C
Max. power / electric current during grid operation for 30 min	8.9 kW / 38 A at 35 °C	41 kW / 3 x 60 A at 35 °C
Maximum fuse link	40 A	63 A
Backup power (duration / 30 min / 1 min)	5 kW / 6.5 kW / 8.4 kW	15 kW / 19.5 kW / 25.2 kW
Number of phases (grid operation / backup operation)	3/3 x 1 ~	3 / 3
Voltage (range)	230 V (187 V - 253 V)	230 V (187 V - 253 V)
Frequency (range)	50 Hz (45 Hz ... 55 Hz)	50 Hz (45 Hz ... 55 Hz)
Permitted grounding system	TN / TT	TN / TT
Typical interruption time during grid failure	20 ms	20 ms
Input PV plant		
Nominal AC PV power / current	5.7 kW / 25 A at 35 °C	28 kW / 3 x 40 A at 35 °C
Maximum fuse link	32 A	50 A
Compatible PV inverters	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com
Input battery		
Nominal voltage	48 V	48 V
Battery type	Li-Ion / VRLA / FLA / NiCd	Li-Ion / VRLA / FLA / NiCd
Efficiency / self-consumption		
Max. efficiency in backup operation	95 %	95 %
Self-consumption consumption day / night (silent mode)	48 W / 32 W	103 W / 69 W

Sunny Backup Set XL

Źródło: Katalog SMA 201

Technical data	Sunny Backup system XL (only for TN)
Output: loads	
Nominal power / electric current during grid operation	110 kW / 3 x 160 A at 25 °C
Max. power / electric current during grid operation for 30 min	- / -
Maximum fuse link	160 A
Backup power (duration / 30 min / 1 min)	60 kW / 78 kW / 100 kW
Number of phases (grid operation / backup operation)	3 / 3
Voltage (range)	230 V (187 V - 253 V)
Frequency (range)	50 Hz (45 Hz ... 55 Hz)
Permitted grounding system	TN
Typical interruption time during grid failure	20 ms
Input PV plant	
Nominal AC PV power / current	110 kW / 3 x 160 A at 25 °C
Maximum fuse link	160 A
Compatible PV inverters	www.SMA-Solar.com
Input battery	
Nominal voltage	48 V
Battery type	VRLA / FLA / NiCd
Efficiency / self-consumption	
Max. efficiency in backup operation	95 %
Self-consumption consumption day / night (silent mode)	360 W / 230 W

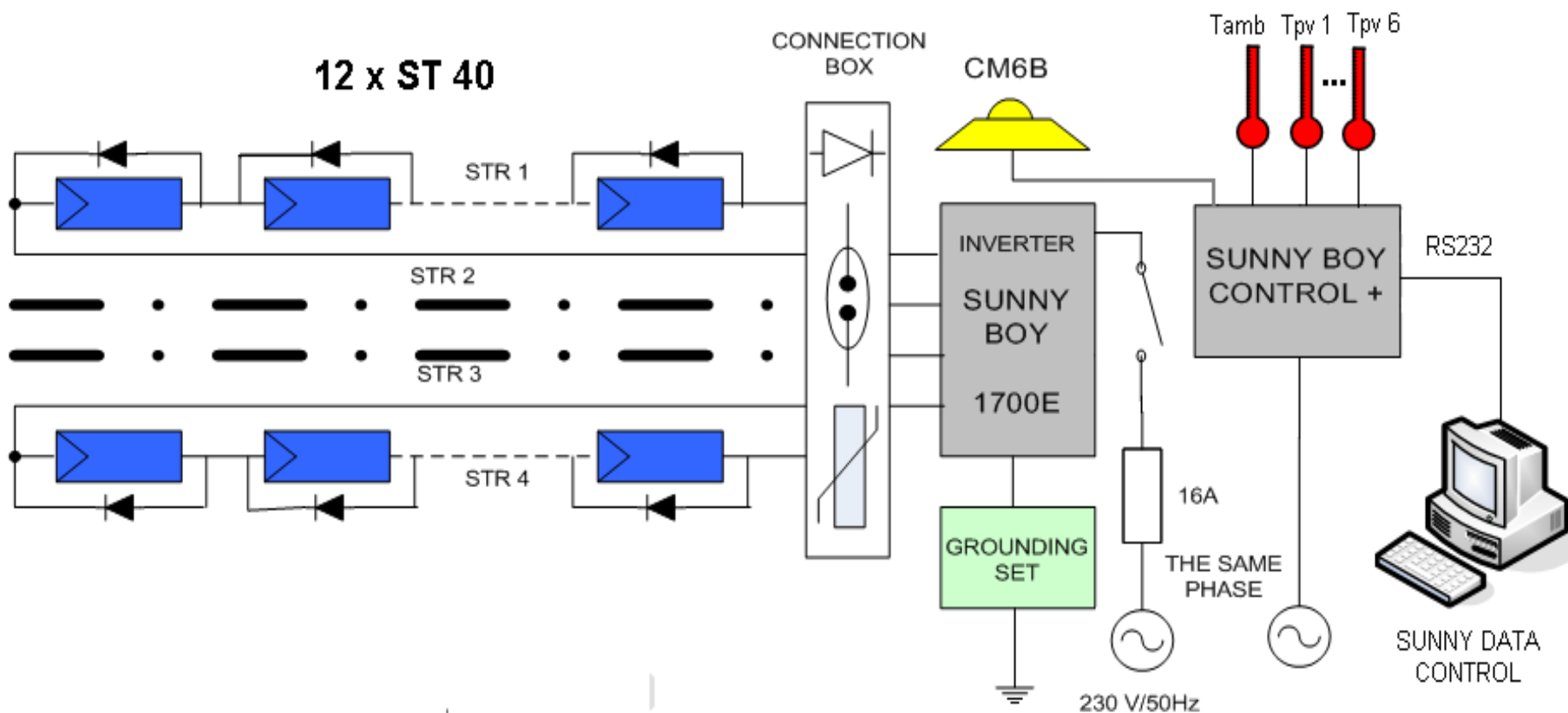
Sunny Backup Set XL

Źródło: Katalog SMA 201



Source: juwi solar GmbH, Germany

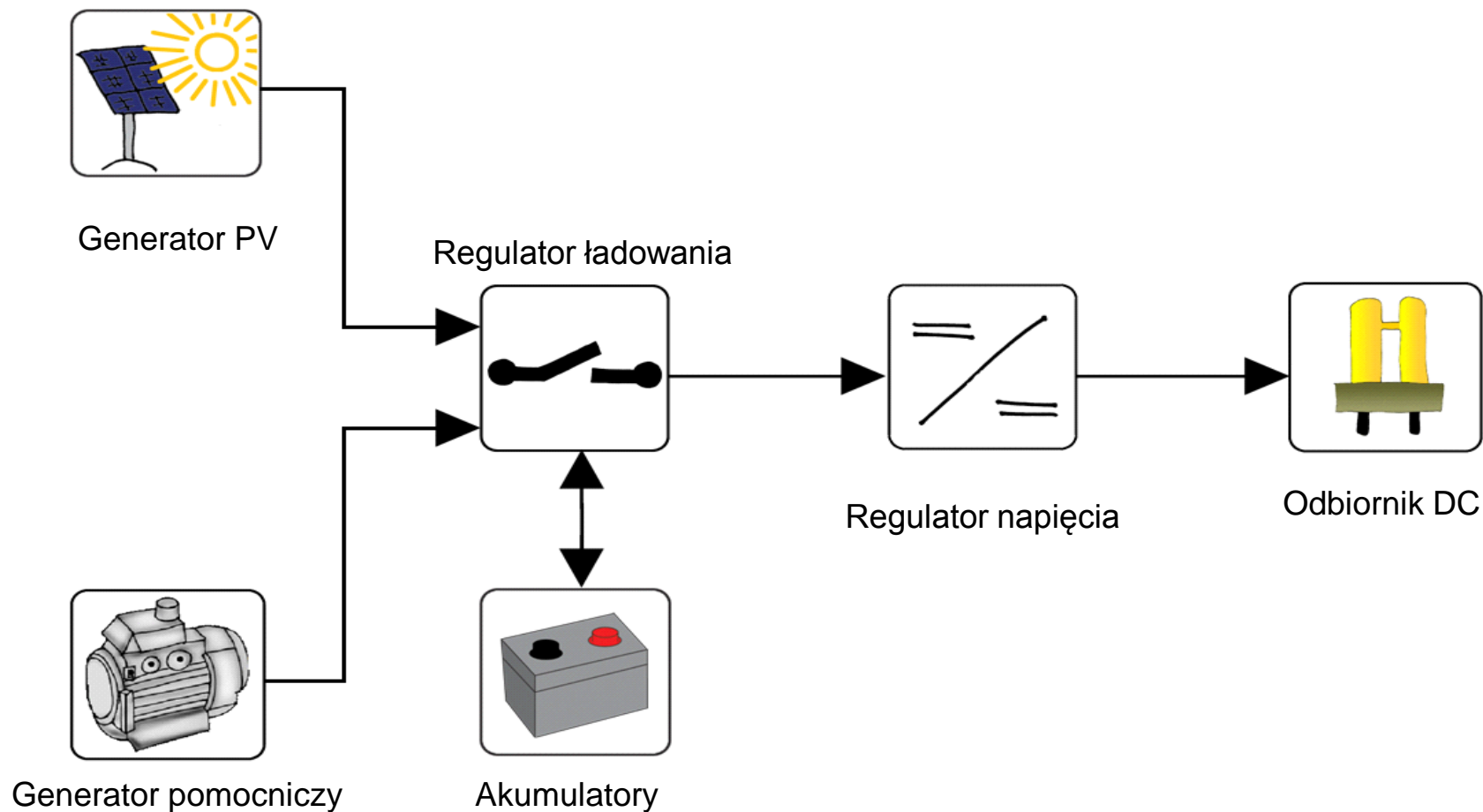
Schemat elektrowni PV podpiętej do sieci



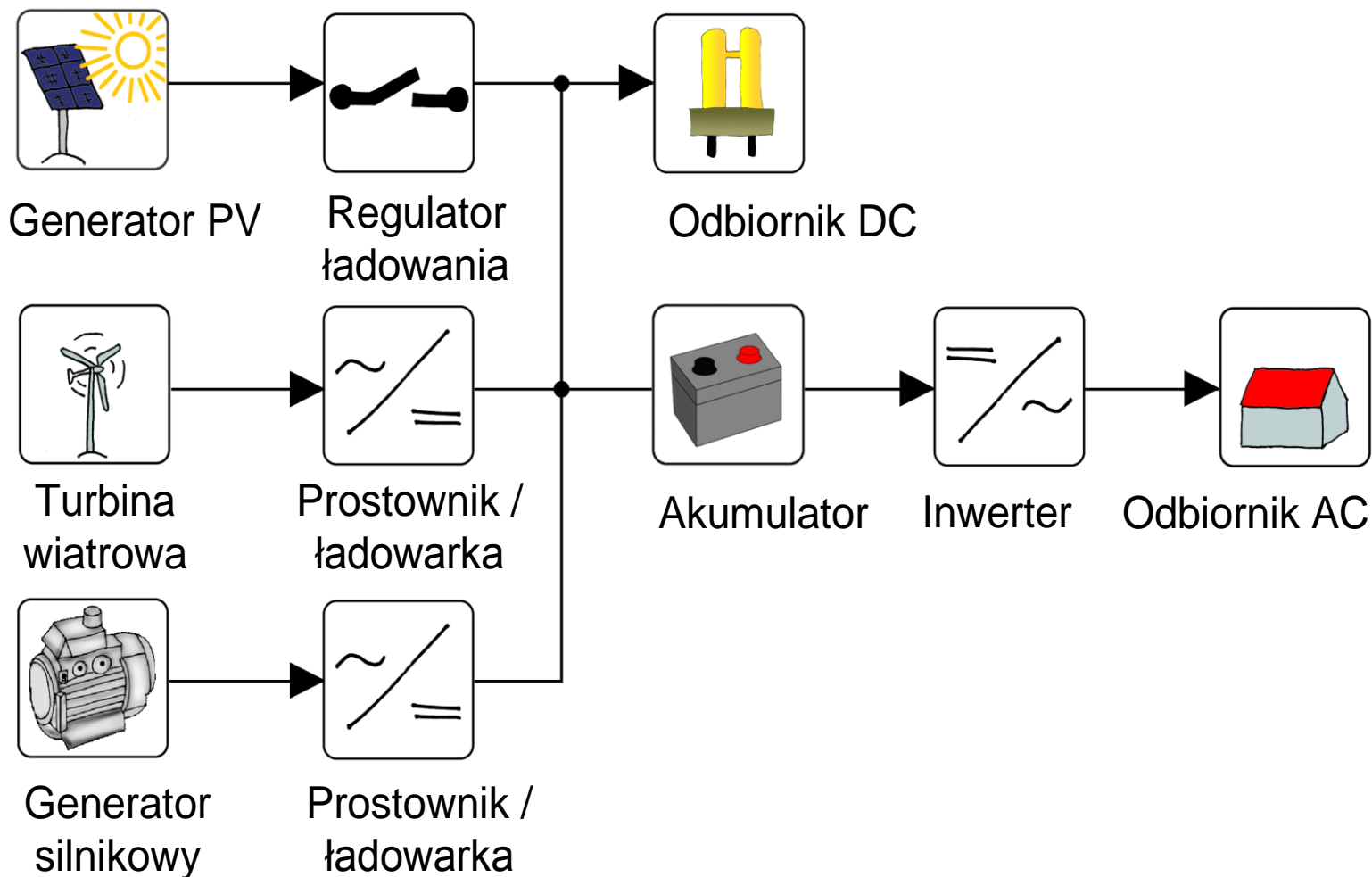
**Systemy „czysto”
fotowoltaiczne nie
gwarantują ciągłości
zasilania odbiornika !!!**

W układach o krytycznym charakterze stosuje się hybrydowe systemy zasilania

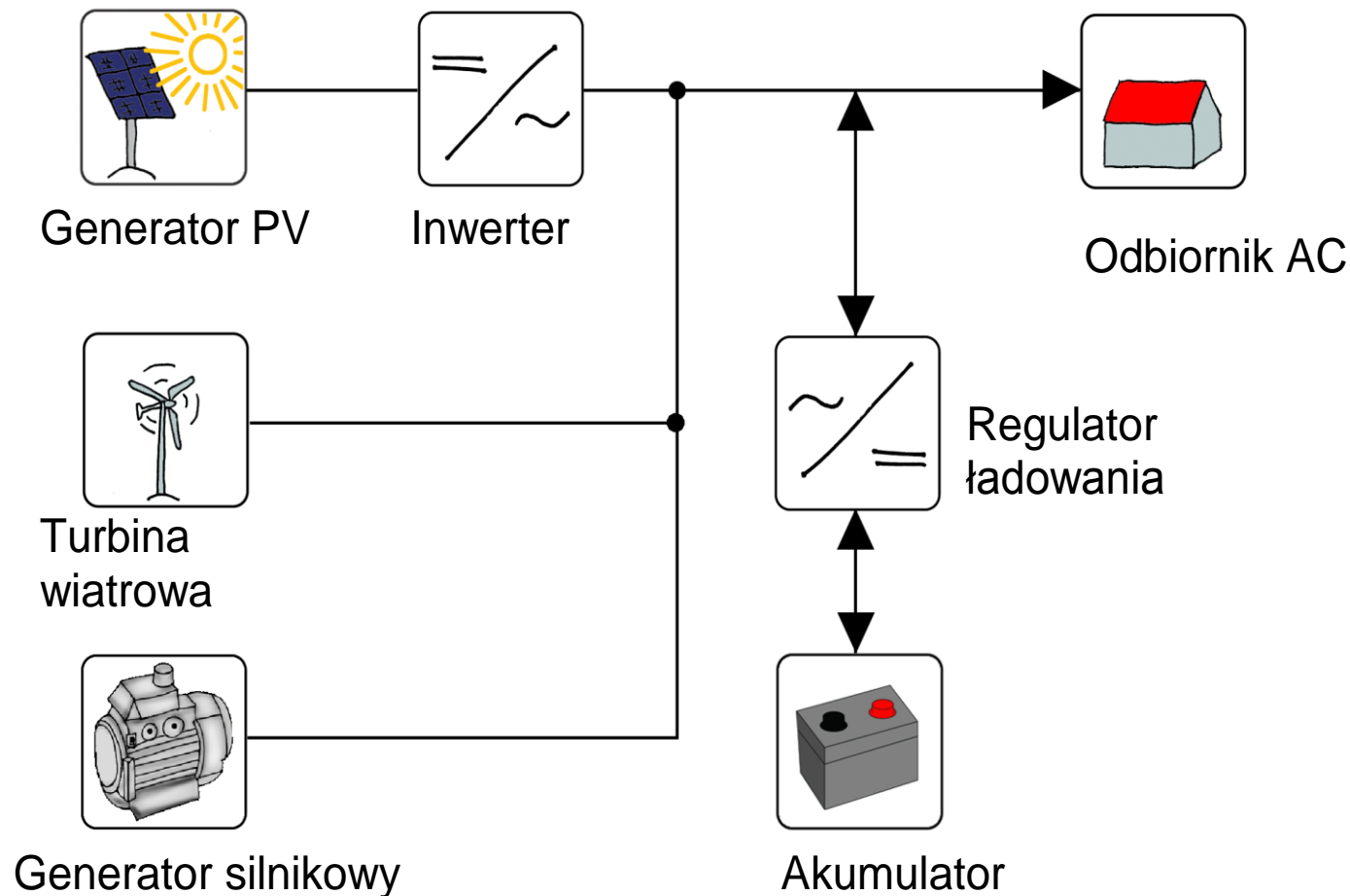
Przykład hybrydowego systemu fotowoltaicznego z generatorem pomocniczym



Konceptcja systemu hybrydowego z połączeniem stałoprądowym



Konceptcja systemu hybrydowego z połączeniem zmiennoprądowym





AGH

Fotowoltaiczny system hybrydowy: Wybór odpowiedniego generatora pomocniczego

Jako generatory
pomocnicze
można użyć:

- Generatory benzynowe
- Generatory diesla
- Generatory gazowe
- Generatory na biopaliwa
- Ogniwa paliwowe
- Generatory termoelektryczne
- Generatory termofotowoltaiczne
- Elektrochemiczne źródła energii
- Turbiny wiatrowe
- Mikroelektrownie wodne



Dziękuję za uwagę !!!

**To już jest koniec
Bo nie ma już nic
Jesteście wolni
Możecie iść...**

