



3x Środowisko

Trzy kampanie integrujące przedsiębiorstwa sektora MŚP i ich otoczenie w działaniach na rzecz **ochrony środowiska**



Związek
Rzemiosła
Polskiego

www.3xsrodowisko.pl

Praktyczne zasady funkcjonowania małych farm słonecznych

dr hab. inż. Maciej Sibiński

Katedra Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych
Politechnika Łódzka

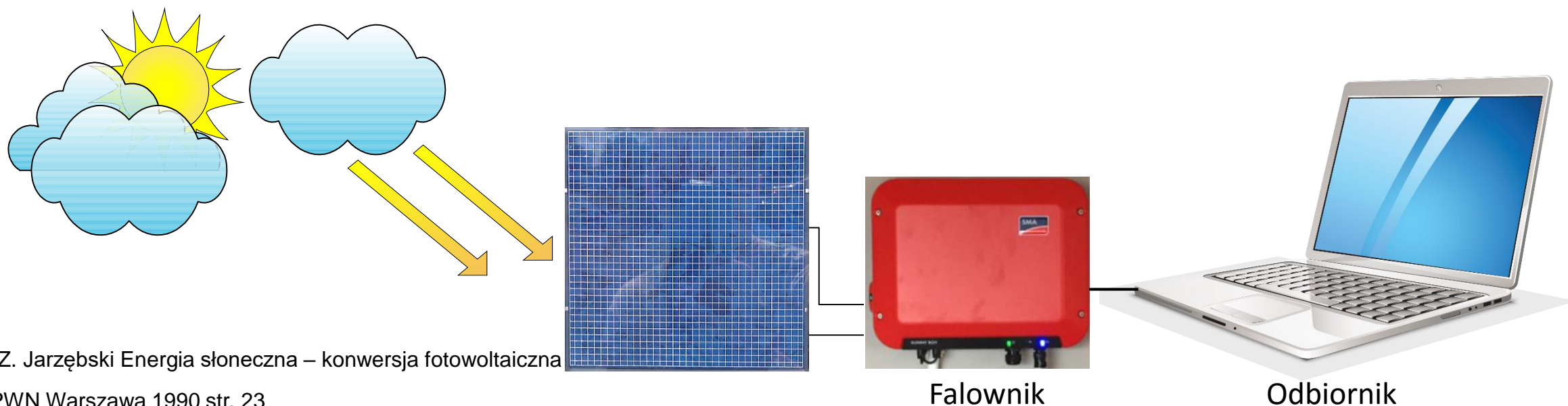


Zawartość prezentacji

- Podstawy działania efektu fotowoltaicznego
- Zalety fotowoltaiki jako źródła OZE
- Zasoby energii słonecznej w Polsce
- Parametry techniczne modułów i ogniw słonecznych
- Rodzaje instalacji fotowoltaicznych
- Elementy składowe małych instalacji PV.
- Praktyczne przykłady budowy i wykorzystania instalacji małych mocy.

Podstawy działania efektu fotowoltaicznego

*Konwersja fotowoltaiczna – bezpośrednia zamiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną, zachodząca w specjalnym przyrządzie półprzewodnikowym (tzw. ogniwie słonecznym)**



*Z. Jarzębski Energia słoneczna – konwersja fotowoltaiczna

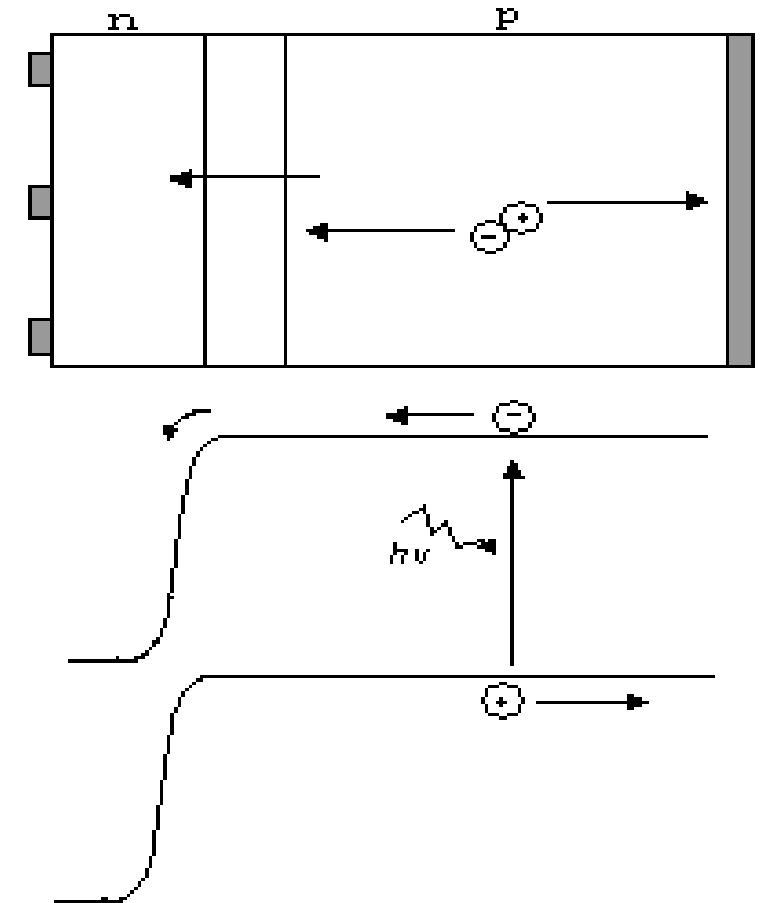
PWN Warszawa 1990 str. 23

Podstawy działania efektu fotowoltaicznego i parametry ogniw słonecznych

- W półprzewodniku, na skutek absorpcji fal elektromagnetycznych o energiach większych niż przerwa energetyczna generowane są pary dziura-elektron.
- Generacja par nośników zachodzi poprzez wybijanie elektronów (przez fotony) z pasma walencyjnego na poziom przewodnictwa, co powoduje powstanie dziury w miejscu wybitego z sieci elektronu.
- Jeżeli w półprzewodniku nie ma wewnętrznego pola elektrycznego, pary rekombinują ze sobą i w efekcie energia fotonów zamieniana jest na energię cieplną.

Podstawy działania efektu fotowoltaicznego i parametry ogniw słonecznych

- Jeśli jednak istnieje wewnętrzne pole elektryczne, to rekombinacja nie dojdzie do skutku gdyż dziury i elektrony będą odciągane w przeciwnych kierunkach: elektrony w stronę obszaru typu n, zaś dziury do obszaru typu p.
- Takie pole elektryczne istnieje pomiędzy półprzewodnikami o różnym typie przewodnictwa – typu n i p oraz w układzie metal - półprzewodnik (złącze Schotky'ego).



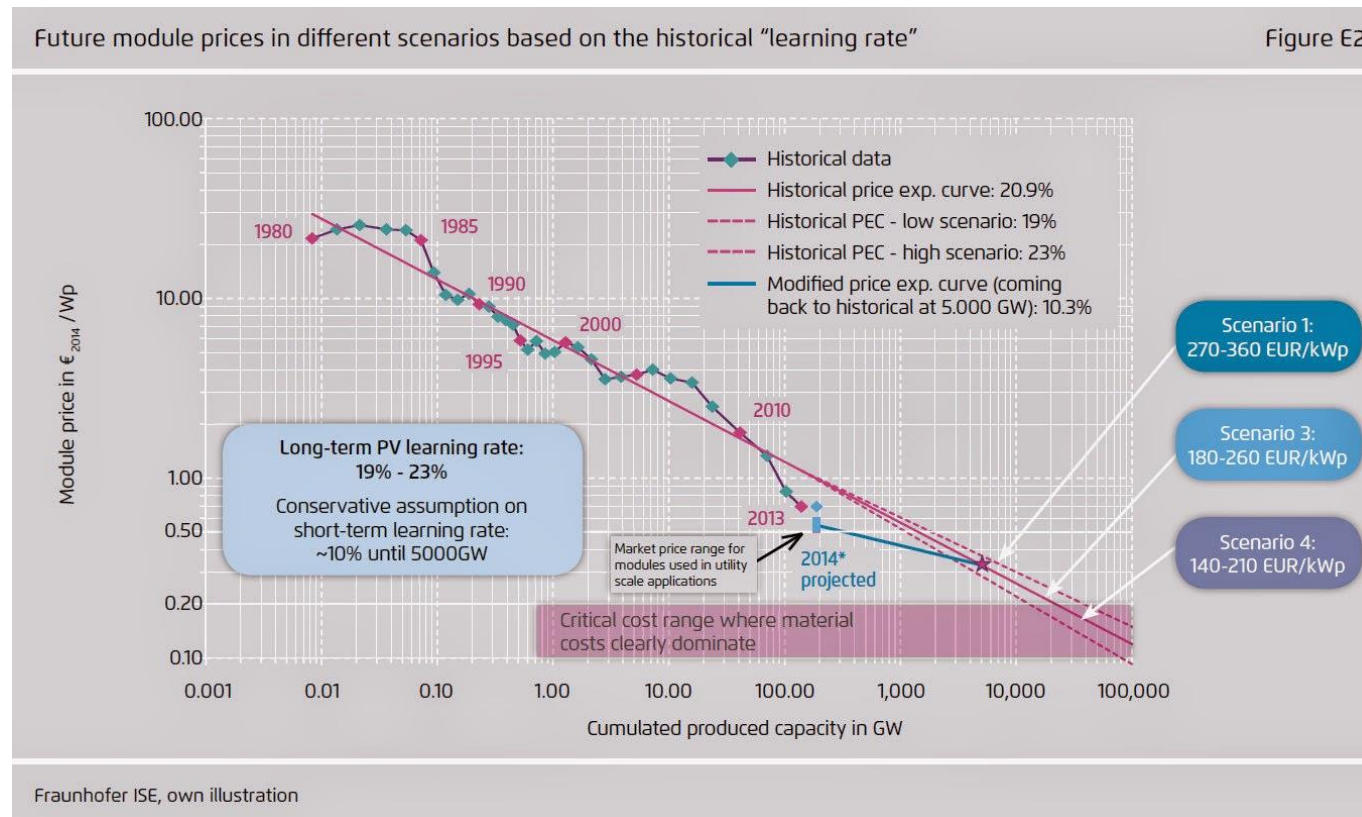
Rys: . Markvart T., Castaner L., „Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation” Elsevier, Oxford 2005.

Podstawy działania efektu fotowoltaicznego i parametry ogniw słonecznych

- Wykorzystanie fotowoltaiki nie prowadzi do produkcji żadnych szkodliwych substancji ubocznych ani CO₂.
- Wykorzystanie fotowoltaiki nie prowadzi do powstawania hałasu.
- Instalacje fotowoltaiczne nie zawierają elementów ruchomych i jedynie w niewielkim stopniu podlegają zużyciu
- Moduły fotowoltaiczne w bardzo dużej części podlegają przerobowi wtórnemu.

Podstawy działania efektu fotowoltaicznego i parametry ogniw słonecznych

Od roku 1954 cena wata szczytowego mocy uzyskanej z modułu PV spadła z 1500 \$ do 0,5\$



Zalety fotowoltaiki, jako źródła OZE

- Zaspokojenie potrzeb energetycznych jest oprócz pozyskiwania informacji podstawową potrzebą wszystkich rozwiniętych cywilizacji.
- Energia jest oprócz informacji najbardziej uniwersalną i stabilną walutą świata.
- Zasoby energii konwencjonalnej są ograniczone i rozłożone nierównomiernie na Ziemi.

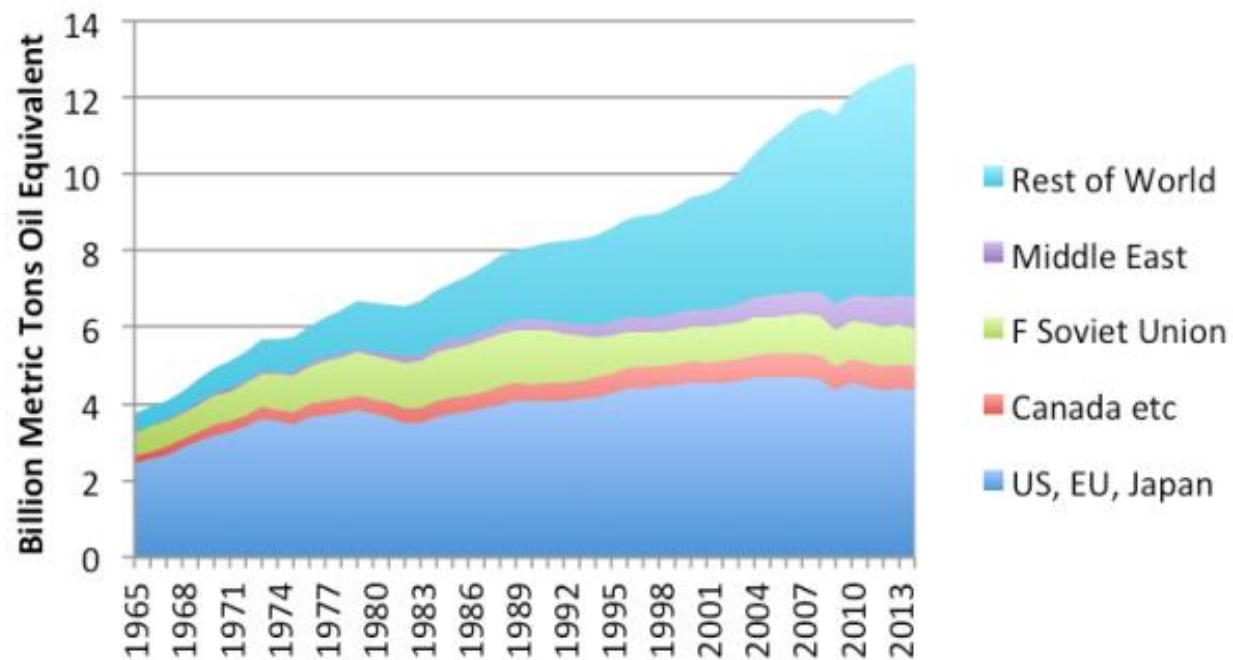


Zalety fotowoltaiki, jako źródła OZE

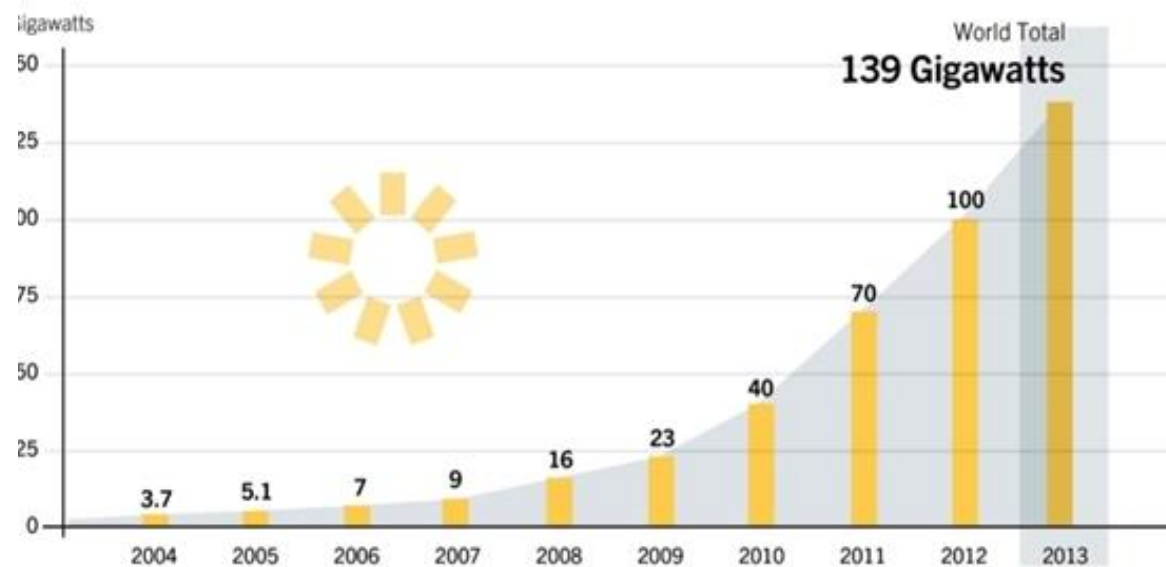
- Energia elektryczna jest najbardziej uniwersalną formą energii dostępną obecnie człowiekowi.
- Energia elektryczna może zostać przetworzona na ruch, ciepło, światło lub posłużyć do obróbki informacji.
- Energię elektryczną można łatwo przeliczać a także przesyłać na duże odległości.
- Wykorzystanie energii elektrycznej w odbiornikach nie prowadzi zazwyczaj do powstawania zanieczyszczeń środowiska naturalnego.

Zalety fotowoltaiki, jako źródła OZE

World Energy Consumption by Part of World



World PV Total Global Capacity, 2004–2013



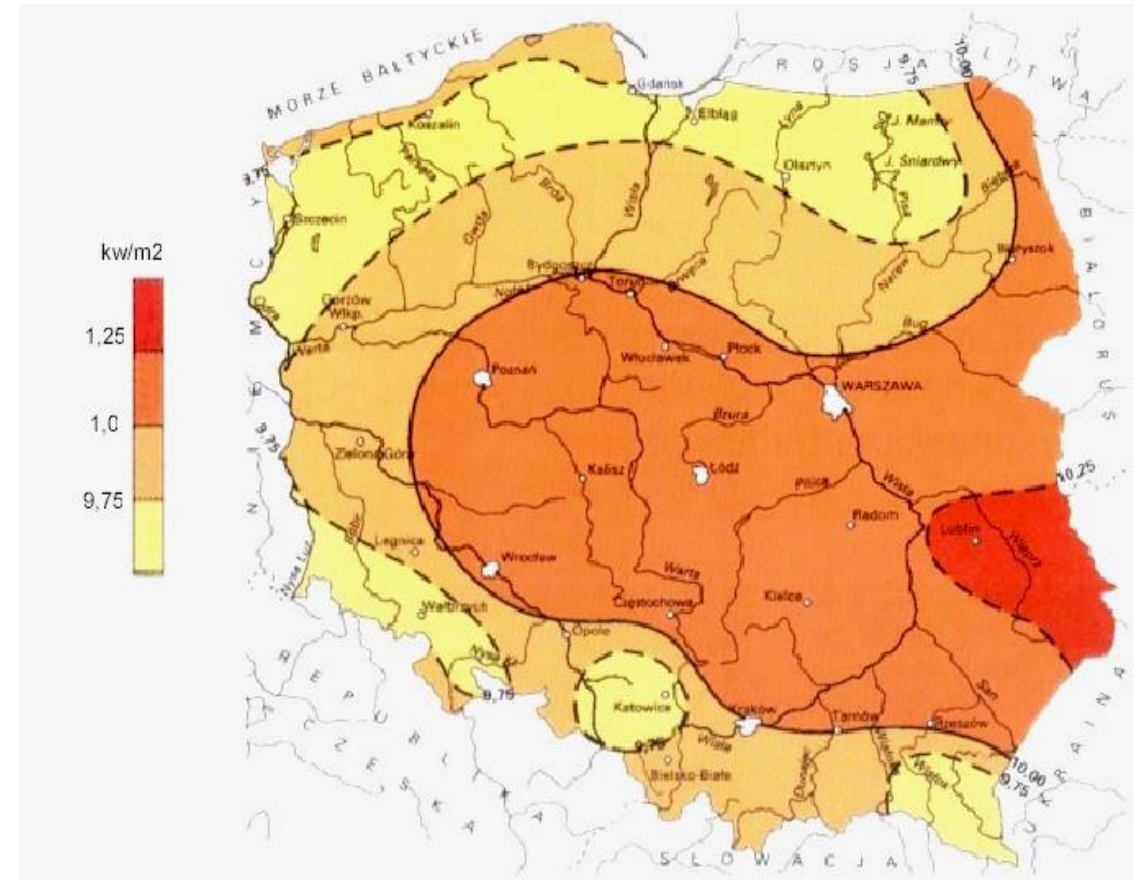
REN21. 2014. *Renewables 2014 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat).



Źródło : BP Statistical Review of World Energy 2015 data.

Zasoby energii słonecznej w Polsce

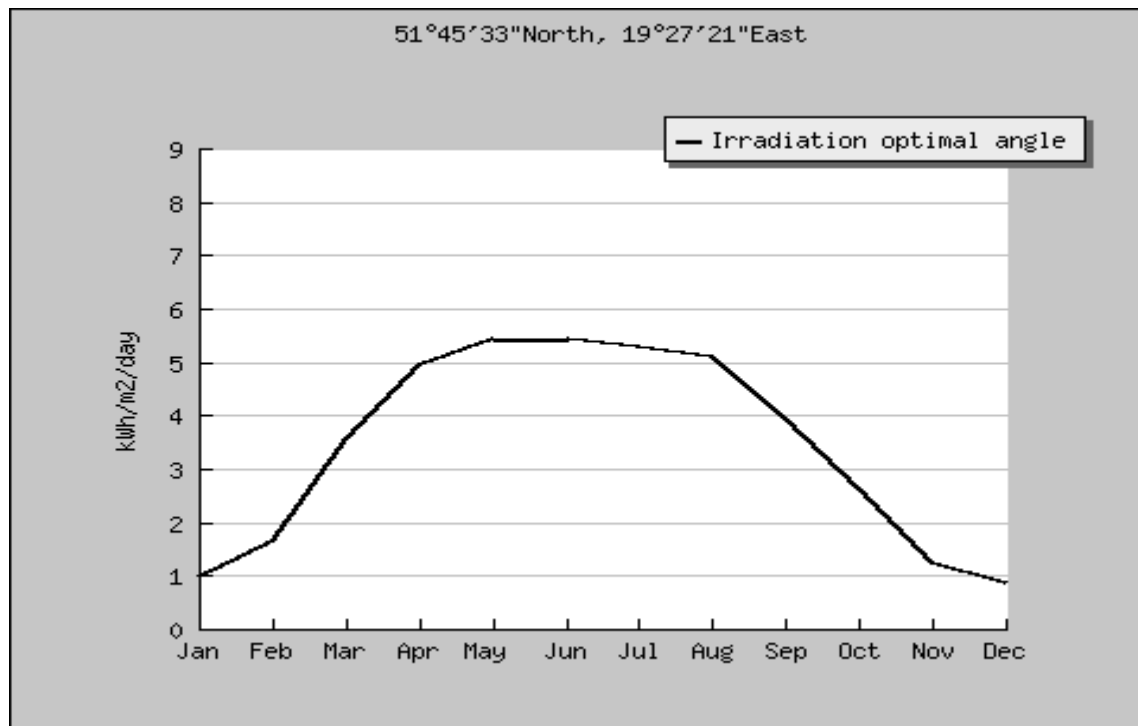
- Polska znajduje się w rejonie odpowiadającym uniwersalnemu warunkom pomiarowym AM 1,5.
- Oznacza to, że natężenie oświetlenia światłem słonecznym w naszym kraju może wynosić nawet 1000 W/m^2
- Roczna ilość energii przypadająca na 1m^2 wynosi około 1 MWh.



Źródło: IMGW

Zasoby energii słonecznej w Polsce

Roczny rozkład promieniowania dla Łodzi. Symulacja PVGIS.



Źródło : PVGIS.

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	0.83	25.7	0.97	29.9
Feb	1.62	45.4	1.93	54.1
Mar	2.44	75.7	2.99	92.7
Apr	3.21	96.3	4.12	124
May	3.94	122	5.27	163
Jun	3.64	109	4.92	148
Jul	3.80	118	5.18	161
Aug	3.60	112	4.85	150
Sep	2.61	78.3	3.39	102
Oct	2.01	62.4	2.53	78.3
Nov	0.97	29.0	1.16	34.9
Dec	0.58	17.8	0.68	20.9
Yearly average	2.44	74.2	3.17	96.5
Total for year		891		1160

Parametry techniczne modułów i ogniw słonecznych

Sprawność ogniwa słonecznego

$$\eta = \frac{A_a * I_m * U_m}{A_t * P_{in}} * 100\%$$

Gdzie:

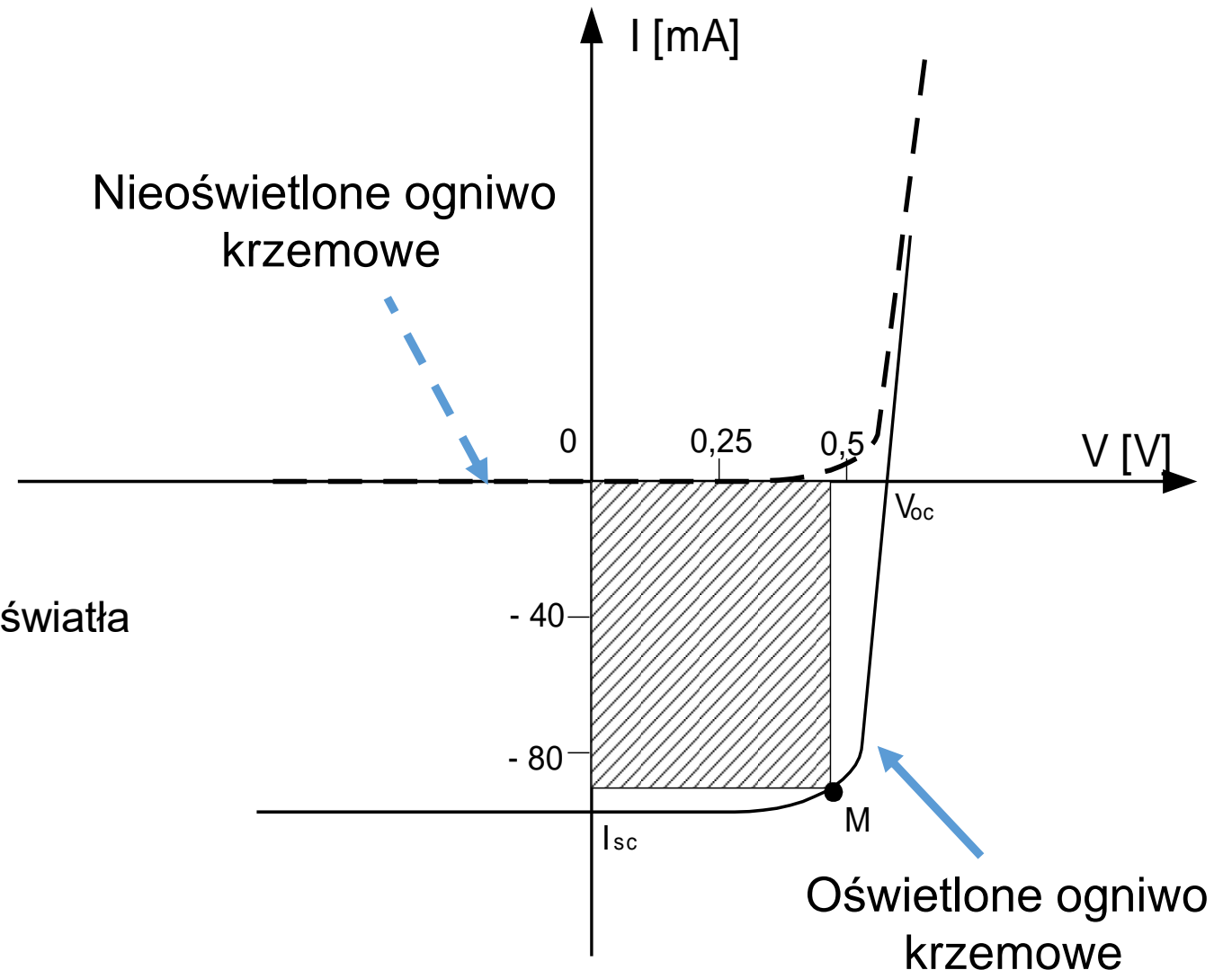
A_a - pow. czynna ogniwa

A_t - pow. całkowita ogniwa

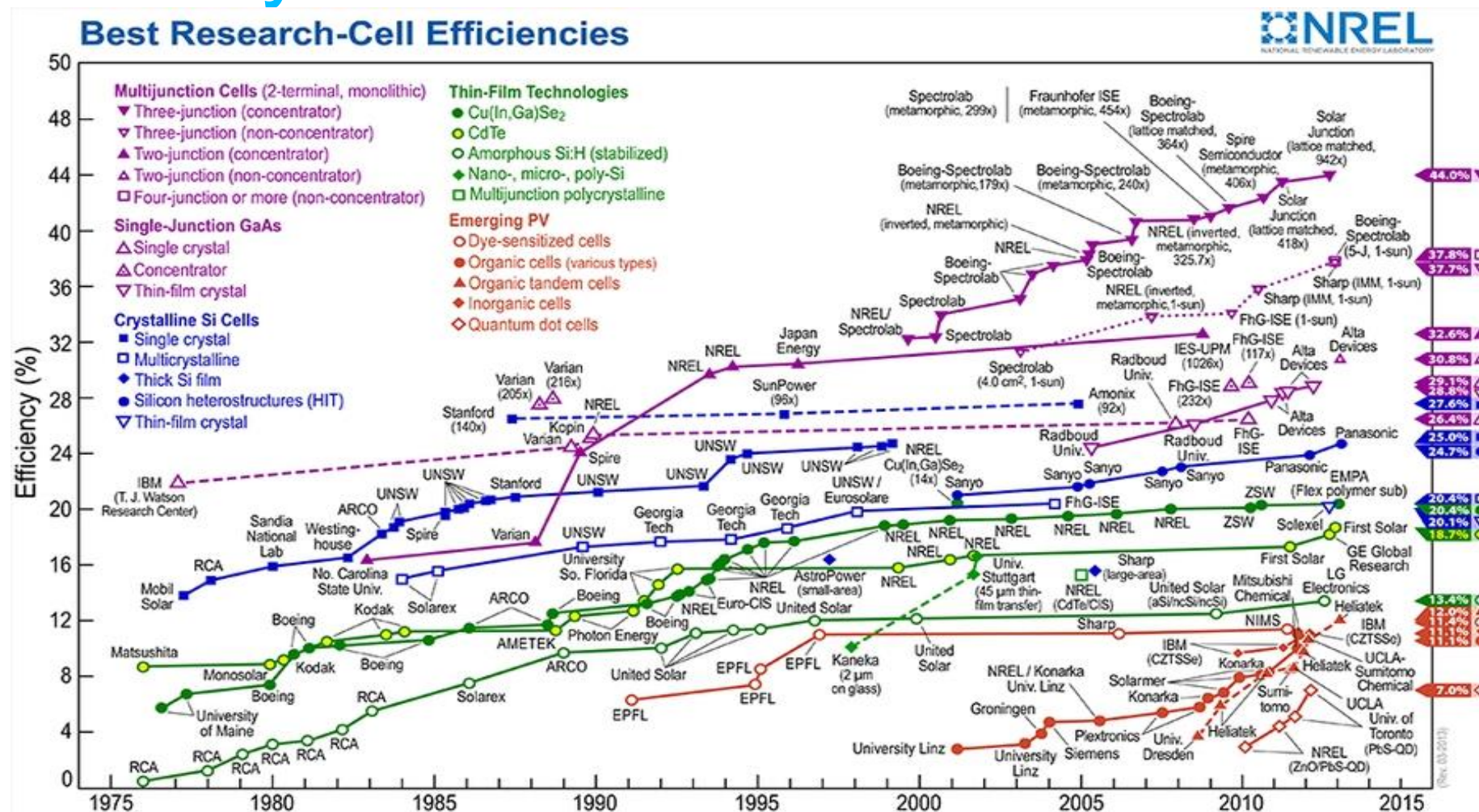
P_{in} - ilość mocy dostarczonej przez energię światła

Współczynnik wypełnienia

$$FF = \frac{I_m * U_m}{I_{sc} * U_{oc}} * 100\%$$




Parametry techniczne modułów i ogniw słonecznych



Parametry techniczne modułów i ogniw słonecznych

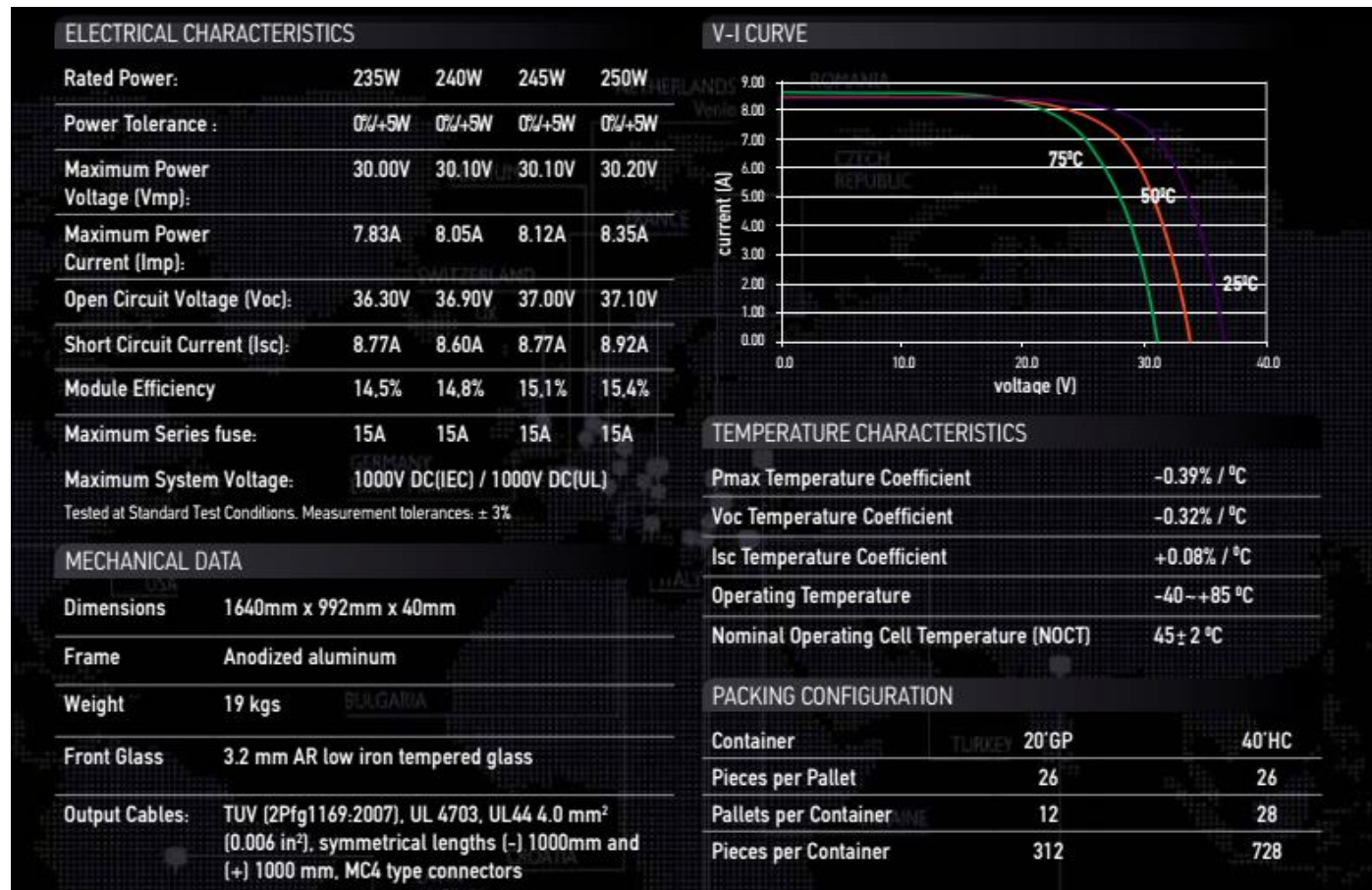
Tabliczki znamionowe modułów fotowoltaicznych



Pmax [Wp]	120
Umpp [V]	18,0
Impp [A]	6,7
Uoc [V]	21,9
Isc [A]	7,75
Max. Sys. Volt.	930 V
Alle Werte bei STC 1000W/m ² AM 1,5, 25°C Tolerance: ±2,5%	
Ser. No.:	38673

Serial No.	
Manufactured Date	120113
Standards Size	1632X986X42 mm
Maximum Power (Pmax)	250 W
Power Tolerance	-0/+3 %
Maximum Power Voltage (Vmpp)	29.90 V
Maximum Power Current (Impp)	8.37 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.10 V
Short Circuit Current (Isc)	8.76 A
Maximum System Voltage	1,000 V
Maximum Series Fuse	15 A
Maximum Load	5400 Pa
Electrical nominal value at STC (1,000W/m ² , AM 1.5 Spectrum, Cell Temperature 25 °C)	
 WARNING	
Refer to Installation and Operation Manual before installing, operating or servicing this unit. DO NOT connect or disconnect plug contacts while system is under load current. Failure to comply can result in a hazardous situation!	
Produced by LG Electronics, Product made in Korea	
	J-Box Polarity  Class A  

Parametry techniczne modułów i ogniw słonecznych

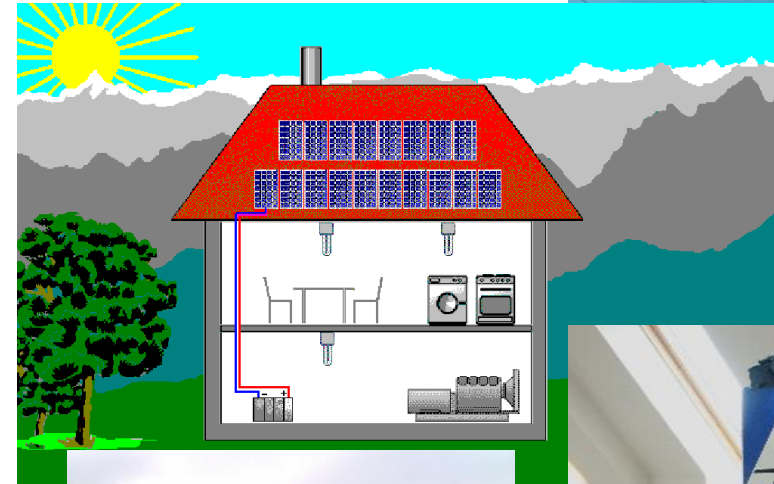


Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Mikroinstalacje off grid (nie dołączone do sieci)

- Energia produkowana wyłącznie na potrzeby lokalnych odbiorników
- Potrzeba magazynowania wytworzonej energii
- Możliwość współpracy z innymi źródłami OZE /generatorem /siecią.
- W przypadku najmniejszych instalacji brak potrzeby montażu inwerterów.

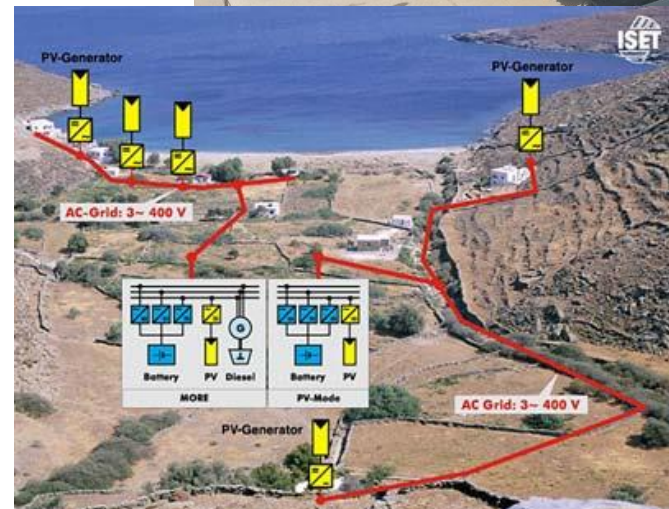
Źródło : PV Sol



Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Instalacje off grid średniej mocy

- Energia wytwarzana na potrzeby budynku /kompleksu budynków.
- Konieczność montażu inwerterów wyspowych specjalnego typu.
- Często współpraca z innymi źródłami energii odnawialnej
- Problemy z magazynowaniem energii

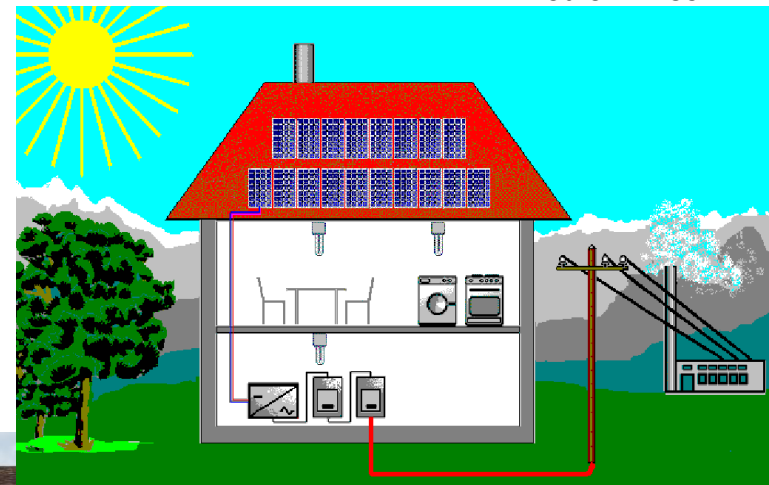


Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Mikroinstalacje on grid (dołączone do sieci)

- Energia wytwarzana zmniejsza zapotrzebowanie budynku
- Prosta konstrukcja instalacji bez magazynowania wytworzonej energii
- Poprawa jakości energii w sieci
- Możliwość odsprzedaży nadwyżek energii do sieci

Źródło : PV Sol



Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Instalacje on grid średniej i dużej mocy

- Energia wytwarzana jak najniższym kosztem do sieci zawodowej.
- Przyłącze realizowane do linii średniego lub wysokiego napięcia
- Moce od kilkuset kilowatów do kilkuset megawatów (Największa elektrownia słoneczna w Polsce w gminie Czernikowo ma moc szczytową 4MWp i składa się z 16 tys modułów o mocy 240Wp)



Źródło : Energa



Źródło : Belectric



Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Inne typy mikroinstalacji

- Pojazdy załogowe i bezzałogowe
- Ładowarki urządzeń przenośnych
- Aplikacje elastyczne – tekstronika
- Zabawki, oświetlenie, pompy.
- Aplikacje wojskowe



Źródło: IwoaThinFilm

Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Building Integrated Photovoltaics

- Produkcja energii elektrycznej bezpośrednio w miejscu jej zapotrzebowania i związane z tym małe koszty przesyłowe.
- Wkomponowanie systemów fotowoltaicznych w istniejącą infrastrukturę prowadzące m.in. do maksymalnego wykorzystanie przestrzeni użytkowej na terenach zabudowanych



Źródło: Fabryka Inżynierów.com

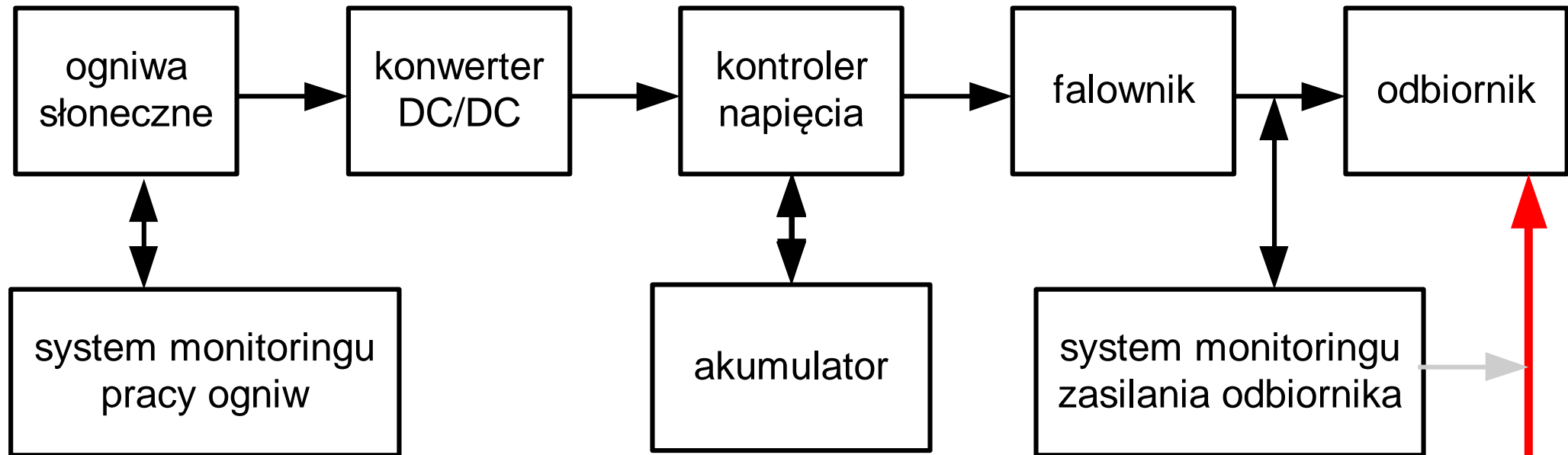
Rodzaje instalacji fotowoltaicznych

Building Integrated Photovoltaics

- Zwiększona niezależność energetyczna obiektów specjalnych (np. szpitale, banki, budynki, schroniska górskie).
- Nowoczesny i ekologiczny wizerunek budynków oraz zwiększone możliwości dla ich formy architektonicznej.
- Oszczędność na konwencjonalnych materiałach budowlanych.

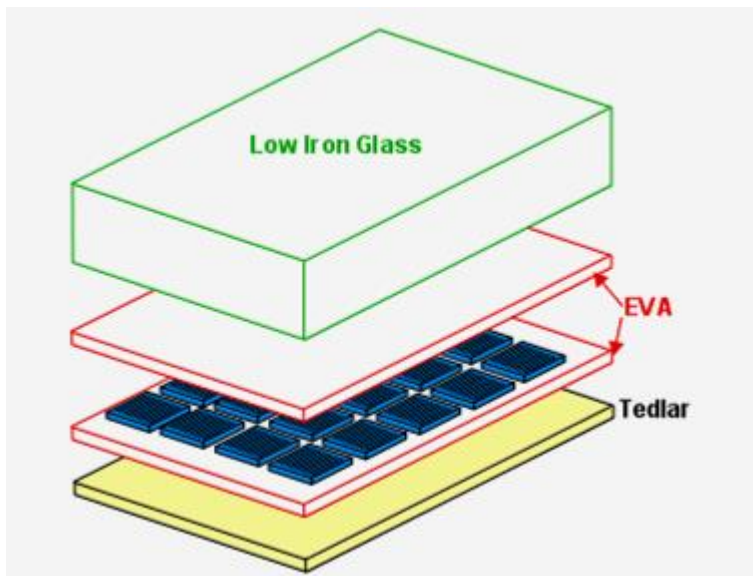


Elementy składowe małych instalacji PV



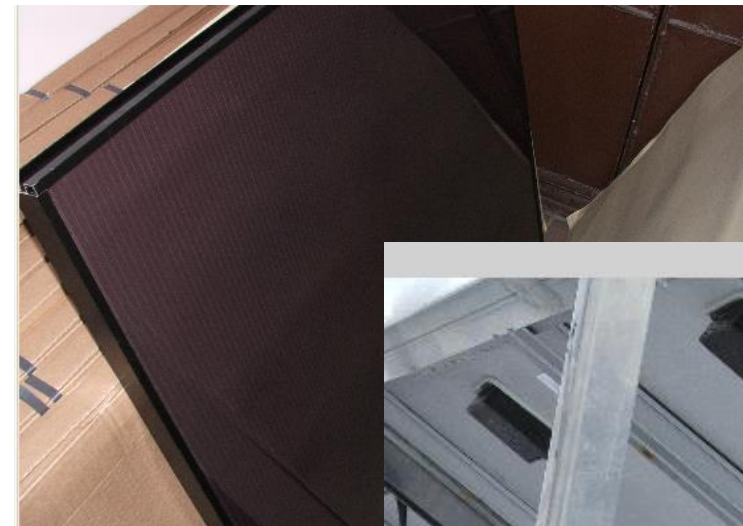
Elementy składowe małych instalacji PV

Moduły fotowoltaiczne



Warstwy składowe modułu:

- Płyta szklana
- Folia EVA
- Ogniwa z połączeniami
- Folia EVA
- Folia polimerowa TEDLAR



Rys Honsberg Ch. i Bouden S. 1999 "Photovoltaics: Devices, Systems and Applications" CD-ROM 1.0 Photovoltaics Special Research Centre, University of New South Wales, Australia

Elementy składowe małych instalacji PV

Falowniki sieciowe i wyspowe

- Główną funkcją falownika jest zamiana prądu stałego na zmienny. Ponadto nadaje on fali wyjściowej kształt i parametry sieciowe.
- Najważniejszymi cechami falownika w zastosowaniach fotowoltaicznych są jego niezawodność i charakterystyki sprawnościowe.
- Falowniki zaprojektowane są do ciągłej pracy w pobliżu punktu maksymalnej mocy.



Elementy składowe małych instalacji PV

Falowniki sieciowe i wyspowe

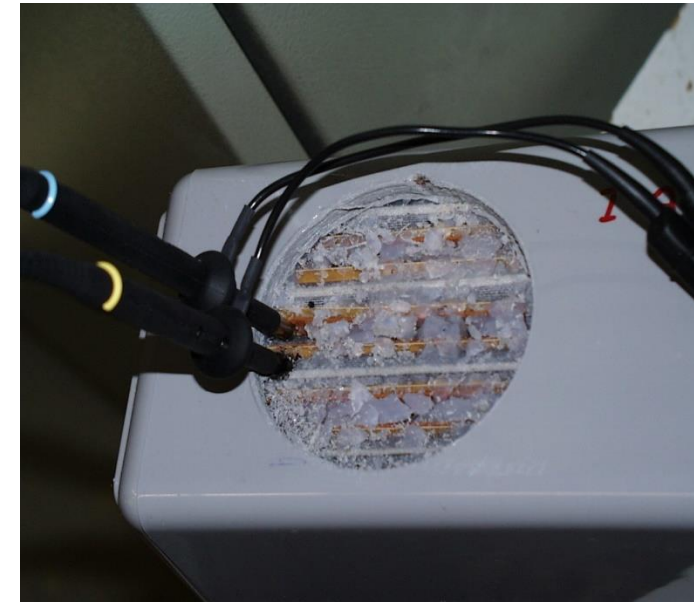
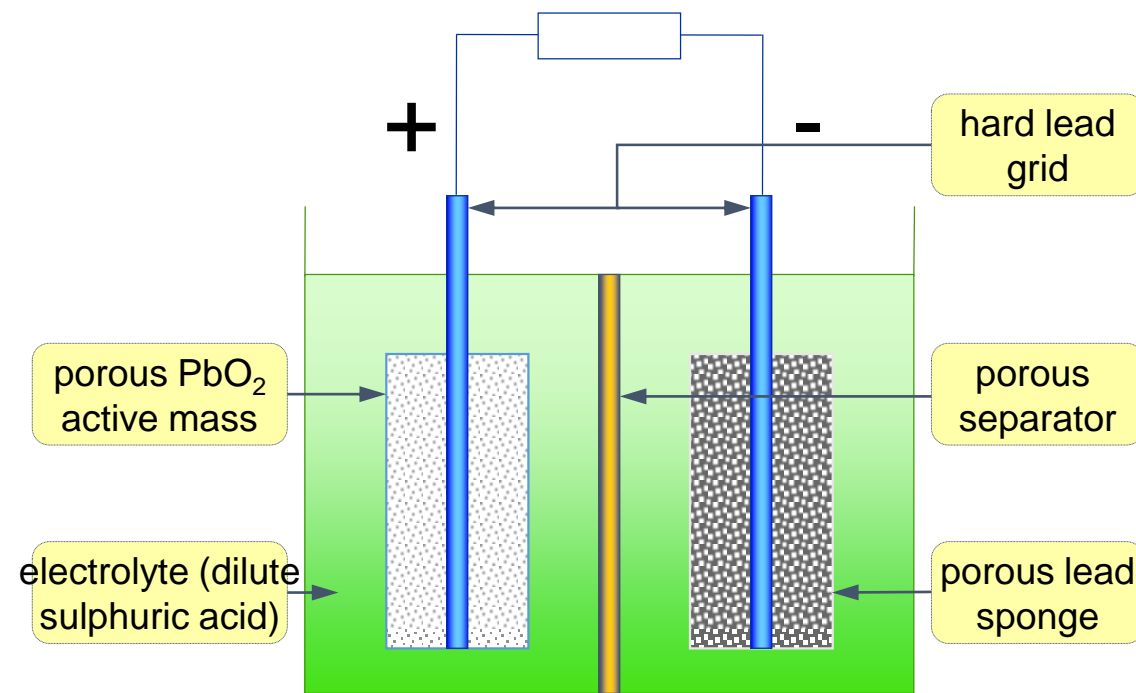
- Falowniki sieciowe posiadają funkcję sprawdzania napięcia i impedancji sieci i w przypadku zaniku napięcia odłączają instalacje PV od sieci.
- W celu realizacji instalacji off-grid wykorzystuje się falowniki wyspowe specjalnej konstrukcji
- Mogą one zarządzać przepływem energii i uruchamiać generatory pomocnicze w sieci wydzielonej.



Fot: SMA

Elementy składowe małych instalacji PV

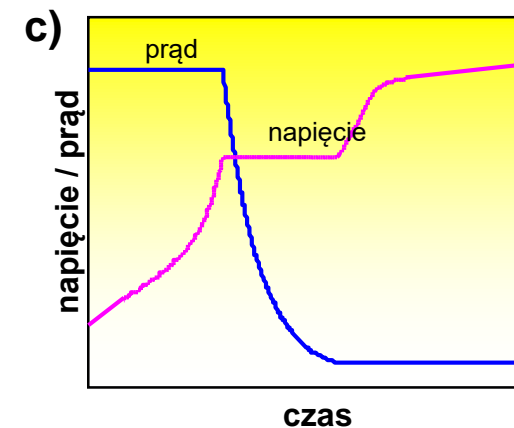
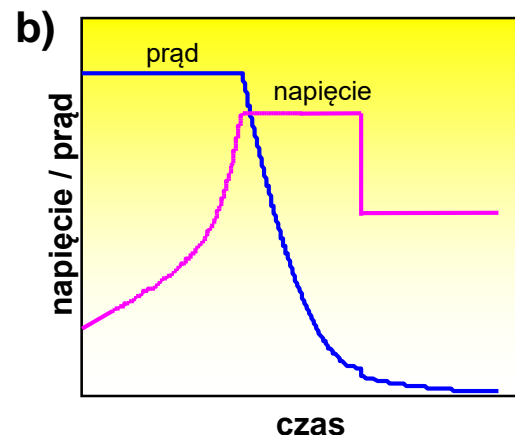
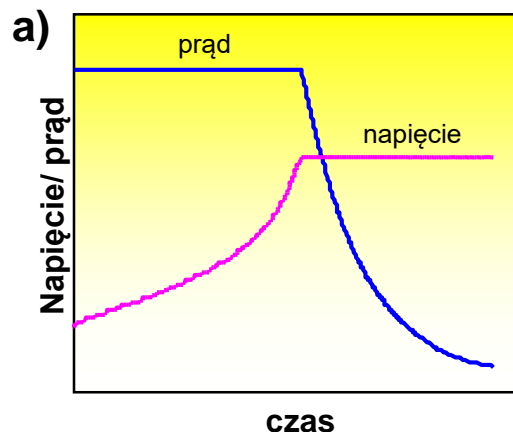
Akumulatory kwasowe – płynne i żelowe



Elementy składowe małych instalacji PV

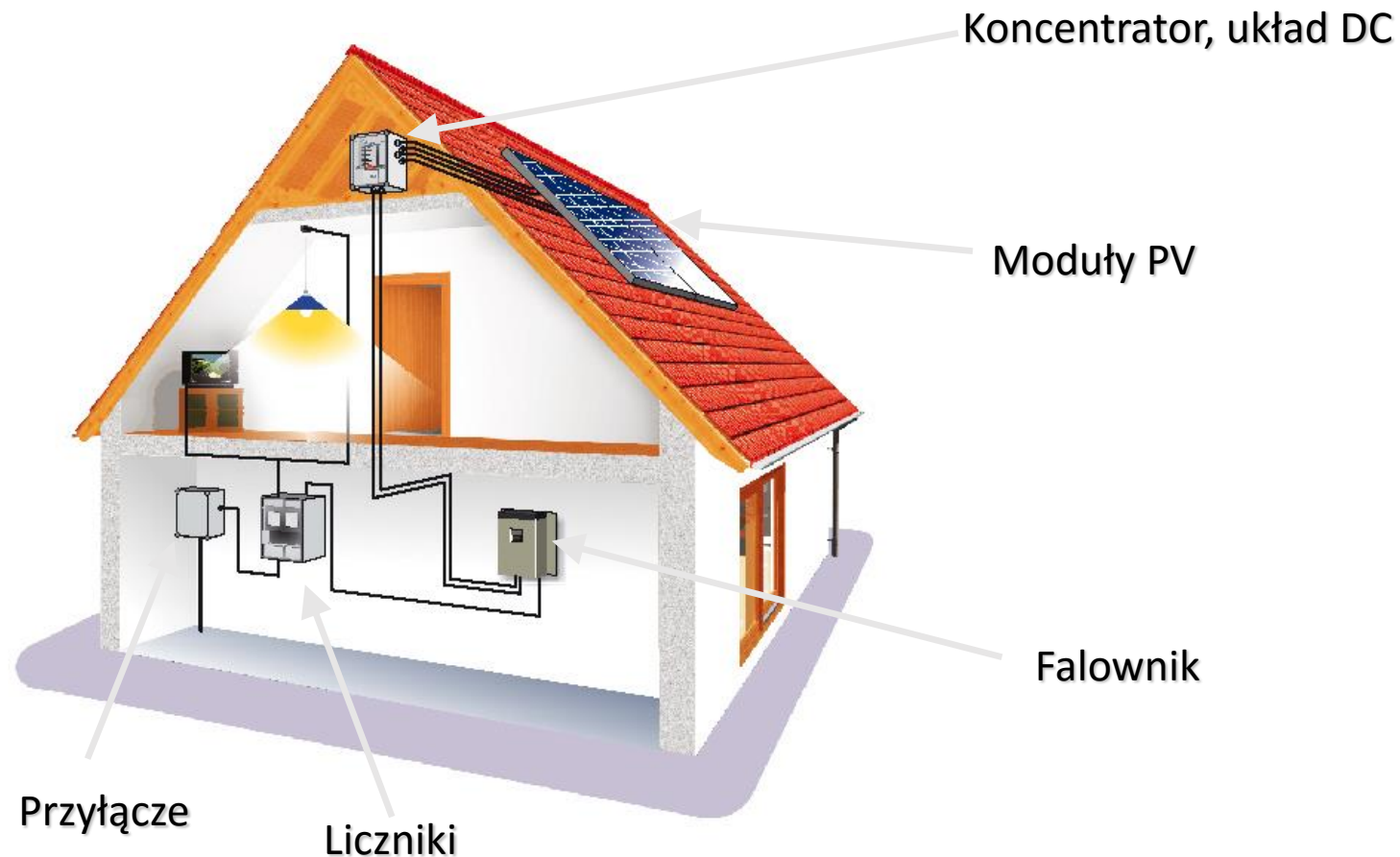
Kontrolery napięcia, regulatory ładowania - zadania

- Ograniczenie głębokości i szybkości rozładowania akumulatora, odpowiednio do temperatury.
- Sterowanie szybkością ładowania i poziomem maksymalnego naładowania akumulatora. Granice napięcia ładowania i rozładowania powinny być tak ustalone, aby odpowiadały typowi akumulatora i jego temperaturze pracy.
- Te ustawienia mogą znacznie wpływać na maksymalny czas życia akumulatora.



Elementy składowe małych instalacji PV

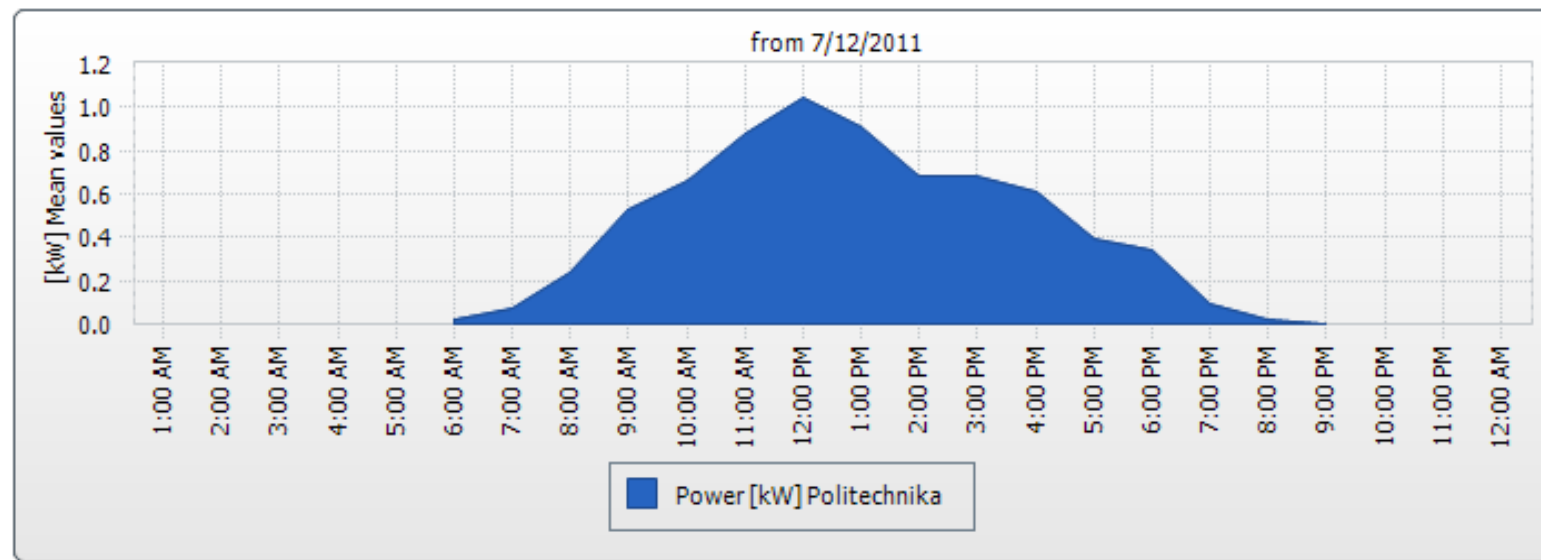
Typowe rozmieszczenie elementów instalacji sieciowej małej mocy w domu jednorodzinnym



Praktyczne wykorzystanie instalacji PV małej mocy

Rozkład energii produkowanej w instalacji PV w warunkach polskich

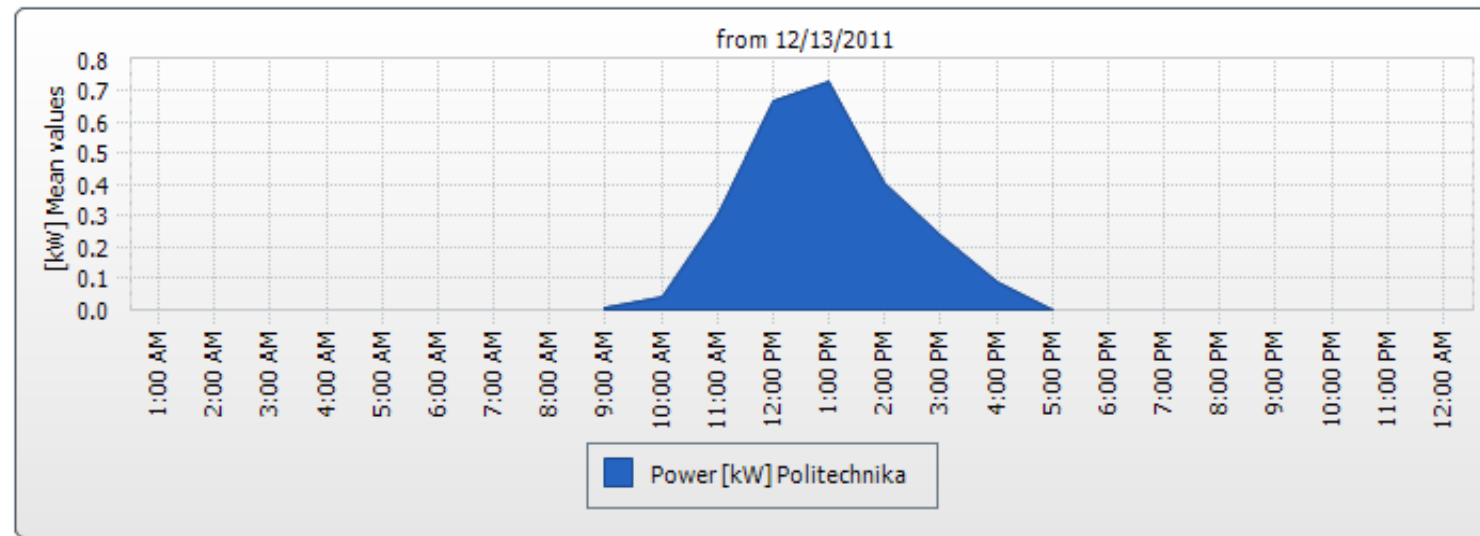
Typowe przebiegi generacji energii fotowoltaicznej w cyklu dobowym w okresie letnim



Praktyczne wykorzystanie instalacji PV małej mocy

Rozkład energii produkowanej w instalacji PV w warunkach polskich

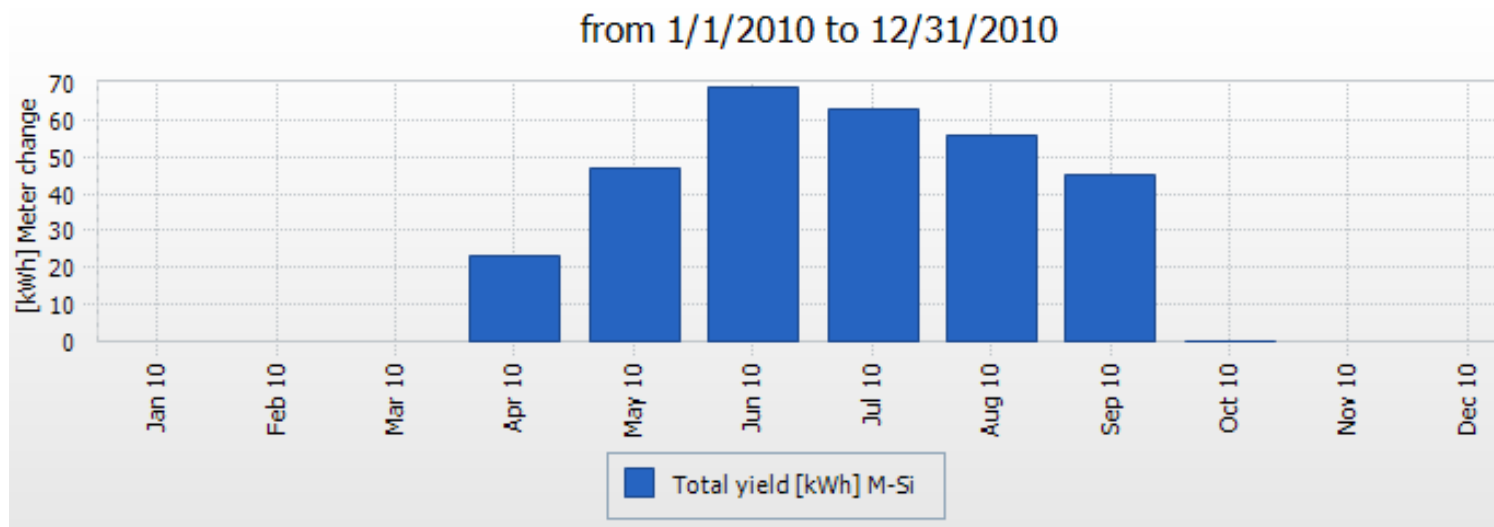
Typowe przebiegi generacji energii fotowoltaicznej w cyklu dobowym w okresie zimowym



Praktyczne wykorzystanie instalacji PV małej mocy

Rozkład energii produkowanej w instalacji PV w warunkach polskich

Rozkład roczny produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej w Polsce

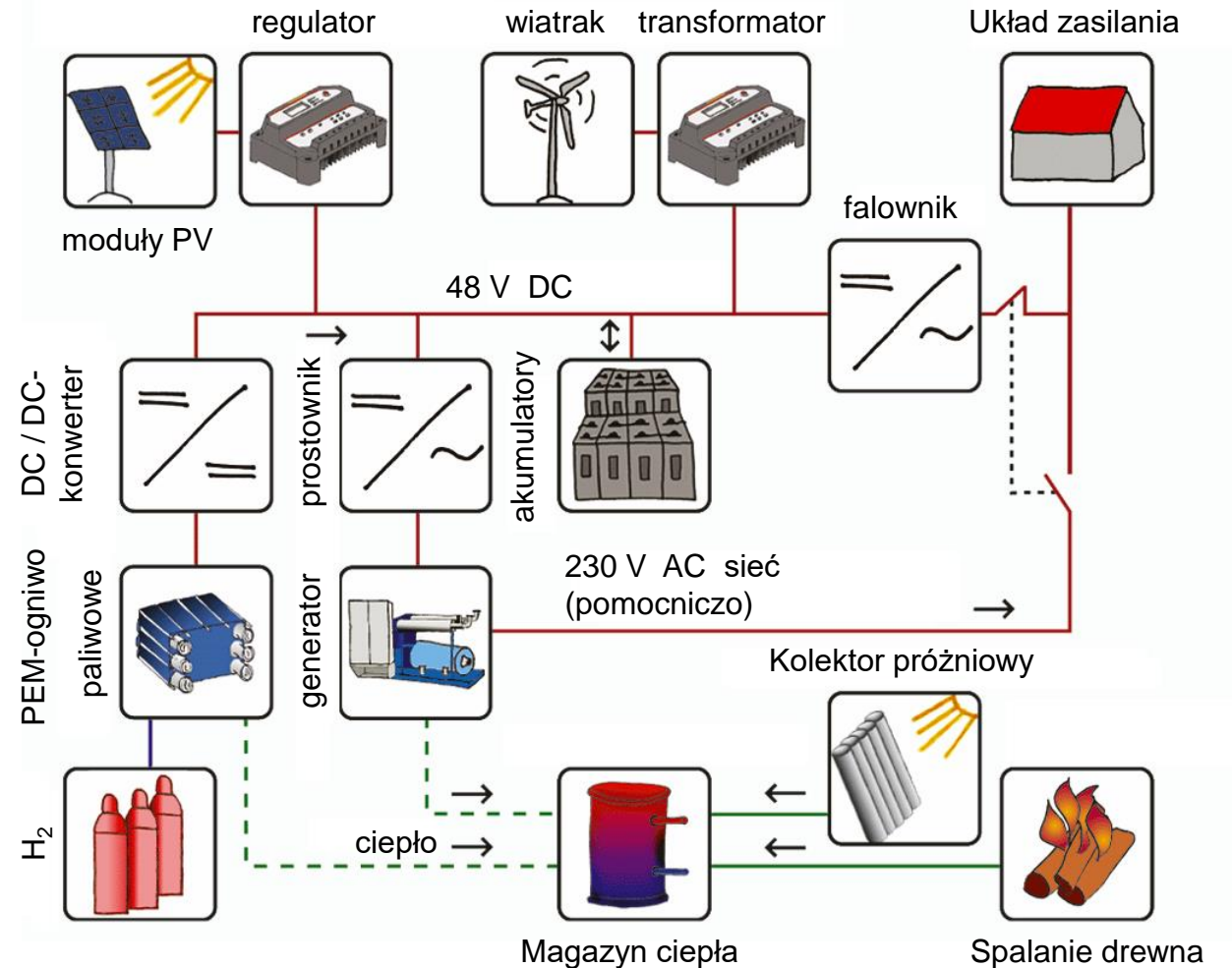


Praktyczne wykorzystanie instalacji PV małej mocy

Przykład kompletnego systemu off-grid – schronisko górskie Rappenecker Hof w górach Schwarzwald



Fot: Badische Zeitung



Podsumowanie

- Moduły fotowoltaiczne są ekologicznie czystym, długoterminowo stabilnym i coraz bardziej atrakcyjnym ekonomicznie źródłem energii elektrycznej.
- Instalacje fotowoltaiczne małej mocy poprawiają bilans energetyczny gospodarstw domowych podłączonych do sieci energetycznej
- Najtańszym i najbardziej efektywnym ekonomicznie sposobem wykorzystania fotowoltaiki w tego typu instalacjach jest podłączenie bezpośrednio do sieci bez stosowania systemów magazynowania energii.
- Wykorzystanie instalacji małej mocy w lokalizacjach oddalonych od sieci głównej poprawia lokalne parametry jakościowe dystrybuowanej energii.

Podsumowanie

- Instalacje PV typu off-grid mogą służyć jako całkowite, lub częściowe źródło zasilania dla odbiorników w lokalizacji oddalonej od sieci energetycznej.
- W przypadkach aplikacji off-grid fotowoltaika często jest najbardziej efektywnym i najtańszym źródłem zasilania.
- W warunkach klimatu umiarkowanego ze względu na różnice ilości energii w okresie letnim i zimowym konieczne jest staranne wyliczenie zapotrzebowania odbiorników i zwymiarowanie tego typu instalacji w celu uniknięcia strat lub niedoborów energii.
- Z każdym rokiem zwiększa się ilość aplikacji i atrakcyjność techniczna i ekonomiczna systemów fotowoltaicznych małej mocy.

Dziękuję za uwagę 😊





3x Środowisko

Trzy kampanie integrujące przedsiębiorstwa sektora MŚP i ich otoczenie w działaniach na rzecz **ochrony środowiska**



Związek
Rzemiosła
Polskiego

www.3xsrodowisko.pl