

# Wykorzystanie fotowoltaicznych źródeł energii w branży rolno - spożywczej

dr inż. Maciej Sibiński



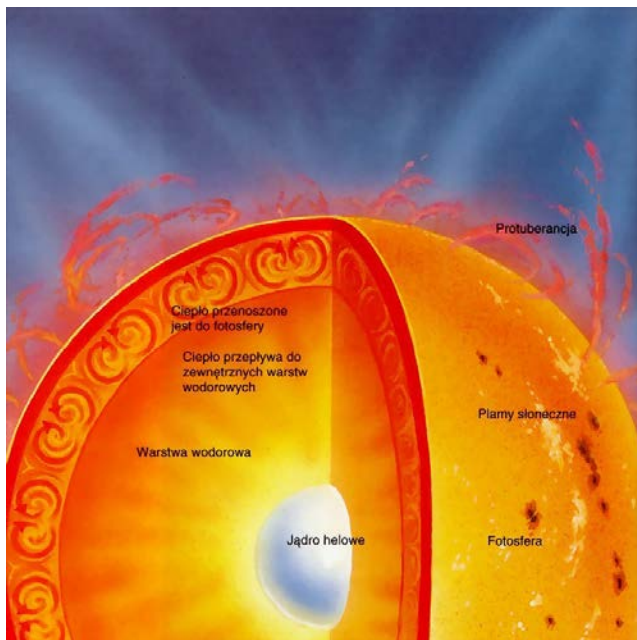
KOORDYNATOR PROJEKTU

## Plan prezentacji

- Potencjał energii słonecznej w warunkach polskich.
- Efekt fotowoltaiczny i zasada działania ogniw słonecznych.
- Budowa i parametry modułów fotowoltaicznych.
- Produkcja energii elektrycznej w instalacji PV i jej wykorzystanie w działalności gospodarczej.
- Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Potencjał energii słonecznej

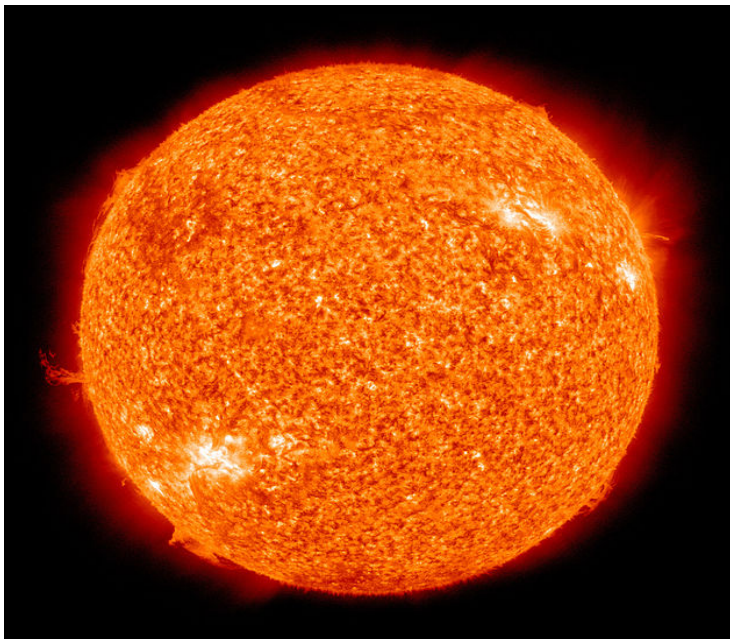


Rys [www.draculkill.pl](http://www.draculkill.pl)

- Słońce stanowi kulę zjonizowanego gazu o masie  $2 \cdot 10^{30}$  kg (71% wodoru; 27% hel, 2% wszystkie cięższe pierwiastki)
- Źródłem energii emitowanej przez Słońce są reakcje termojądrowe, w których jądra wodoru przekształcają się w hel z wydzieleniem energii promieniowania i ciepła.
- Ocenia się, iż dotychczas w jądrze Słońca około 37% wodoru uległo już przemianie w hel
- Wiek Słońca ocenia się na ok. 5 mld lat a jego spodziewany okres życia na 10 mld lat.

### KOORDYNATOR PROJEKTU

## Potencjał energii słonecznej

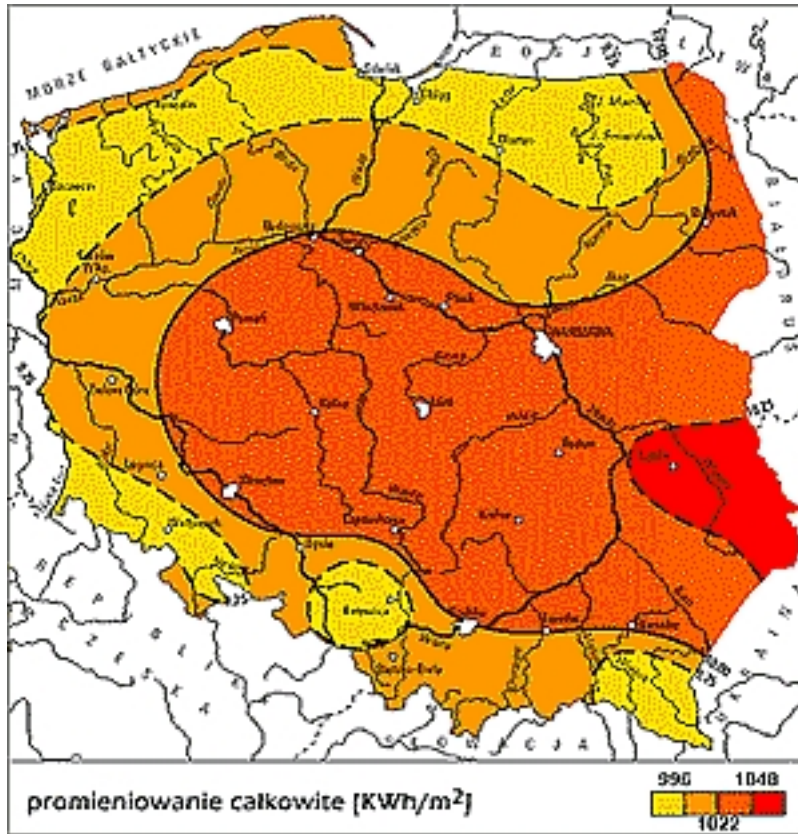


Fot: NASA

- Gęstość mocy pochodzącej z promieniowania Słońca i docierającej do powierzchni atmosfery ziemskiej, odległej od Słońca o 150 milionów kilometrów, wynosi ok.  $1366 \text{ W/m}^2$ .
- Natężenie promieniowania słonecznego docierającego do atmosfery waha się rocznie o ok. 6,6% w zależności od zmian odległości Ziemi i Słońca.
- Średnia ilość energii docierająca do powierzchni Ziemi, jak również rozkład widma tej energii zależy od długości drogi przez atmosferę, a więc głównie od szerokości geograficznej

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Zasoby energii słonecznej w Polsce



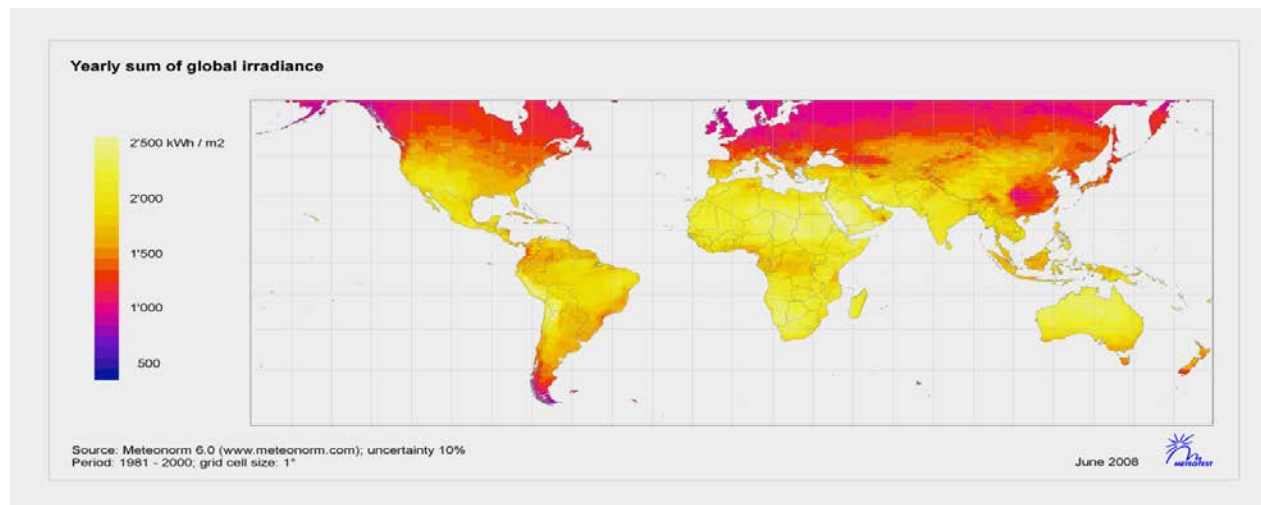
- Na terenie Polski przyjęto się stosować warunki AM1,5, obowiązujące dla szerokości geograficznej 45°
- Oznacza to, że moc promieniowania słonecznego dochodząca do powierzchni Ziemi może osiągnąć ok. 1000W/m<sup>2</sup>
- Rocznie, suma energii słonecznej padającej na powierzchnię 1m<sup>2</sup> w Polsce wynosi od 950 do 1250 kWh

Fot: IMGW  
KOORDYNATOR PROJEKTU



## Zasoby energii słonecznej na świecie

- Ilość energii słonecznej przypadającej rocznie na pow. 1 m<sup>2</sup> dochodzi w niektórych rejonach świata do 2500 kWh.
- Nawet w warunkach nasłonecznienia o 30% gorszych niż na terenie Polski wykorzystanie energii słonecznej może być opłacalne ekonomicznie.



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Energia pochodząca od promieniowania słonecznego

W wyniku absorpcji promieniowania słonecznego w atmosferze oraz na powierzchni Ziemi powstają następujące zjawiska:

- obieg wody w przyrodzie: parowanie, opady, zasoby wód w jeziorach, lodowcach, przepływ w rzekach;
- ruch termiczny wody i atmosfery: wiatr, fale, prądy morskie;
- energia zakumulowana i biorąca udział w występowaniu różnych przejawów życia: paliwa kopalne, biomasa, CO<sub>2</sub>, organizmy żywe

Z tego powodu wszystkie dostępne człowiekowi rodzaje energii poza energią jądrową i geotermalną pochodzą od Słońca.

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

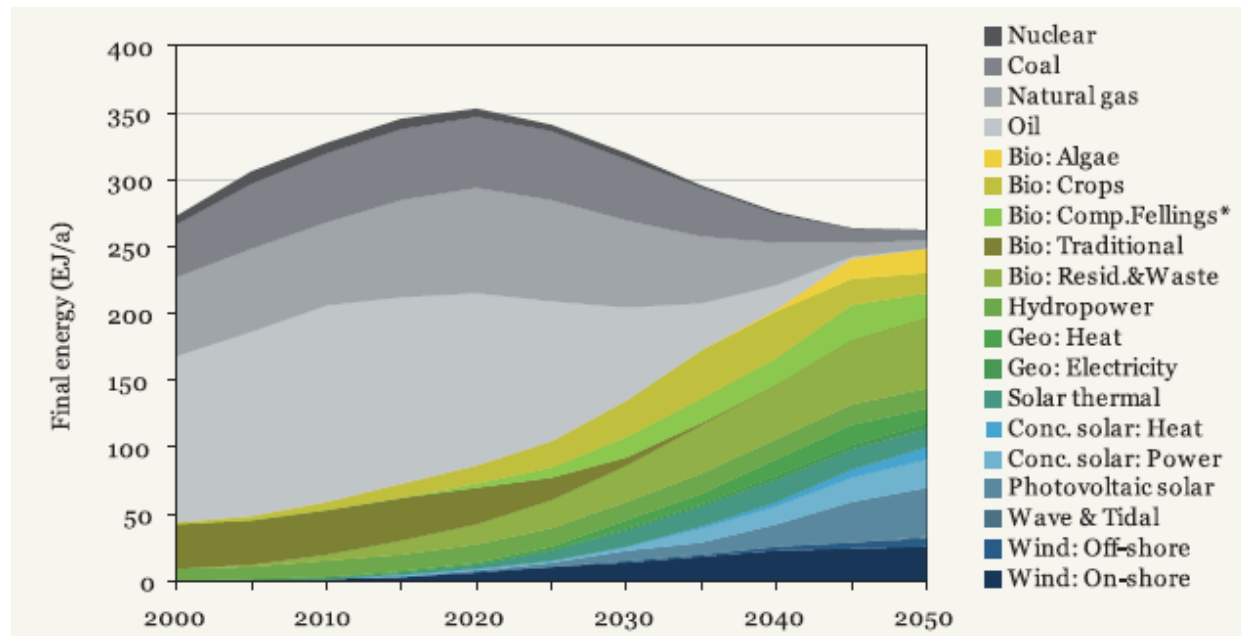
Źródło energii		Naturalne procesy przemiany energii	Techniczne wykorzystanie przemiany energii	Forma uzyskanej energii końcowej
Słońce	Woda	Parowanie, topnienie lodu i śniegu, opady	Elektrownie wodne	Energia elektryczna
	Wiatr	Ruch atmosfery	Elektrownie wiatrowe	Energia elektryczna
		Energia fal	Elektrownie falowe	Energia elektryczna
	Promieniowanie słoneczne	Prądy oceaniczne	Elektrownie wykorzystujące prądy oceaniczne	Energia elektryczna
		Nagrzewanie powierzchni Ziemi i atmosfery	Elektrownie wykorzystujące ciepło oceanów	Energia elektryczna
			Pompy ciepła	Energia cieplna
		Promienie słoneczne	Kolektory słoneczne i ciepłone elektrownie słoneczne	Energia cieplna
	Ogniwa fotowoltaiczne i elektrownie słoneczne		Energia elektryczna	
	Fotoliza	Paliwa		
Biomasa	Produkcja biomasy	Ogrzewanie i elektrownie ciepłone	Energia cieplna i elektryczna	

KOORDYNATOR PROJEKTU



# Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

Prognoza rozwoju wykorzystania źródeł energii do roku 2050



KOORDYNATOR PROJEKTU

# Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

## Dynamiczny rozwój fotowoltaiki

- Całkowita moc systemów PV w roku 2011 to około 67,4 GW (0,5% potrzeb energetycznych świata). W roku 2008 było to 5GW
- Produkcja światowa : to ponad 30 GW/rocznie ( w roku 2008 - 550 MW)
- Przeciętny koszt energii: około 1\$/W (w niektórych przypadkach jest to cena niższa, niż energia z innych źródeł).W roku 2008 około 2,6 \$/W
- Przewiduje się, że do roku 2030 systemy PV będą generować około 1,8 TW czyli pokrywać **14% ŚWIATOWEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ.**

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

Ogniwo słoneczne jest przyrządem półprzewodnikowym służącym do konwersji energii promieniowania słonecznego bezpośrednio na energię elektryczną.

Działanie ogniwa słonecznego jest oparte o zjawisko fotowoltaiczne, zaś jego podstawowym elementem konstrukcyjnym jest półprzewodnikowe złącze p-n

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne



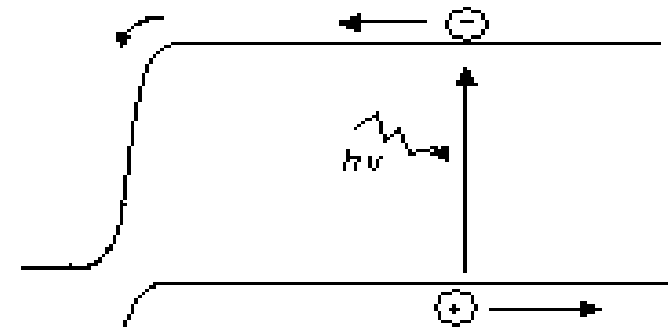
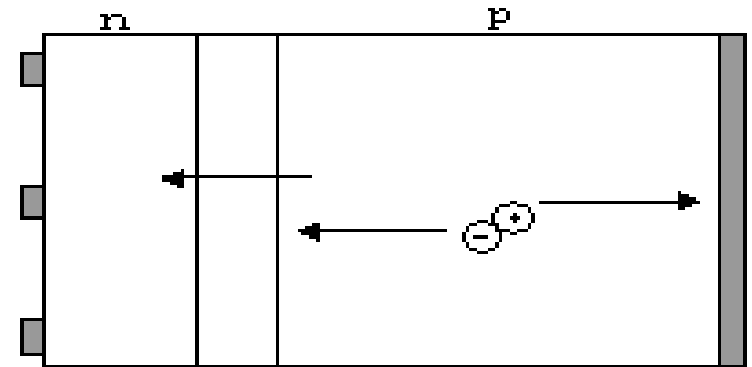
- W półprzewodniku, na skutek absorpcji fal elektromagnetycznych o energiach większych niż przerwa energetyczna generowane są pary dziura-elektron.
- Generacja par nośników zachodzi poprzez wybijanie elektronów (przez fotony) z pasma walencyjnego na poziom przewodnictwa, co powoduje powstanie dziury 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 ciepłą.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

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).



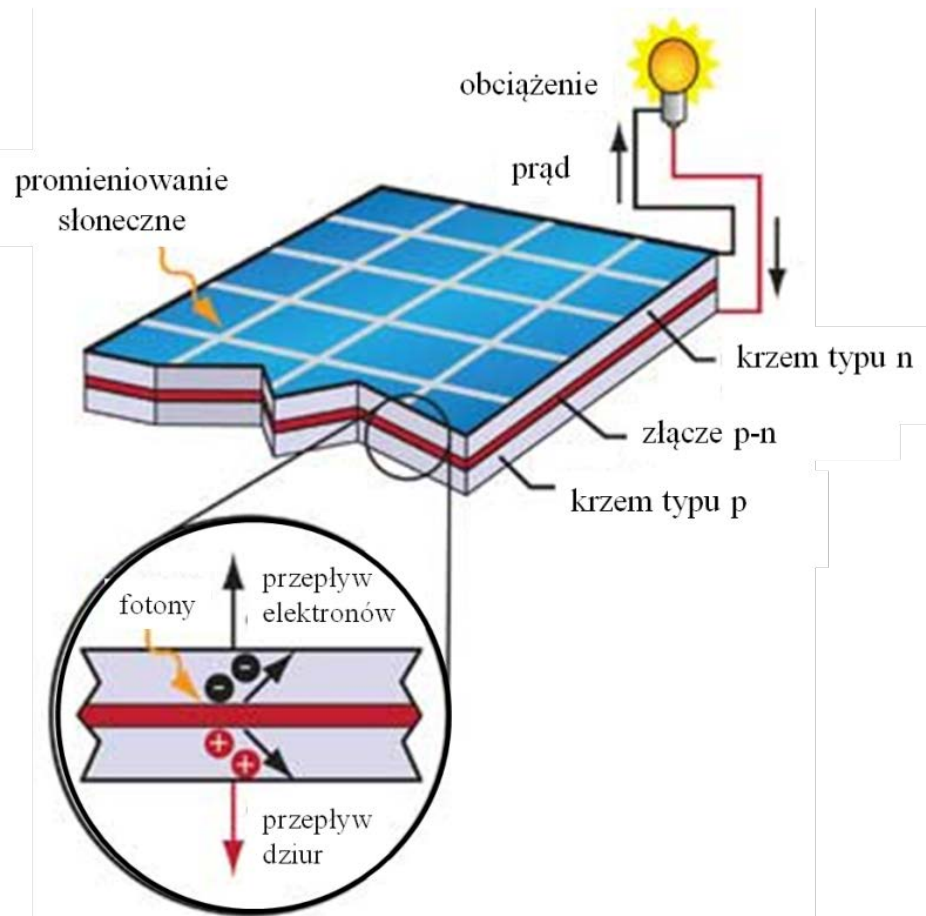
Rys: . Markvart T., Castaner L., „Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation” Elsevier, Oxford 2005.

KOORDYNATOR PROJEKTU



## Ogniwa Fotowoltaiczne

Przekrój typowego, krzemowego ogniwa słonecznego, oraz zasada jego działania wraz z przepływem nośników ładunku elektrycznego – elektronów i dziur.

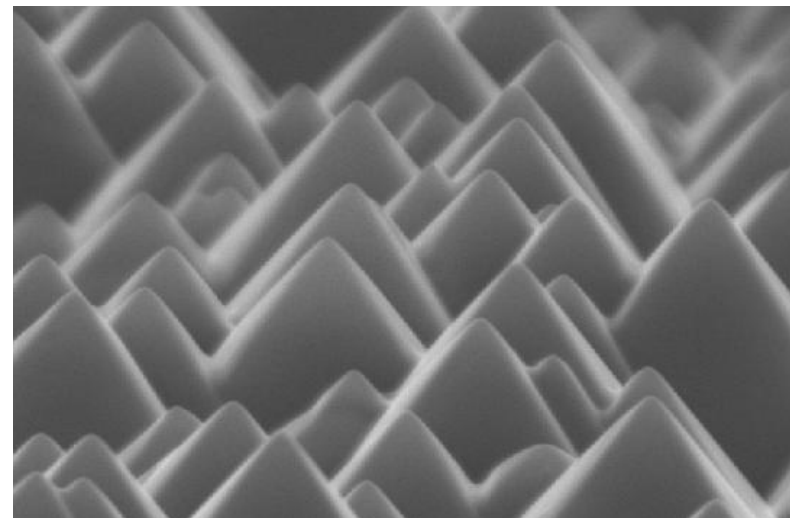
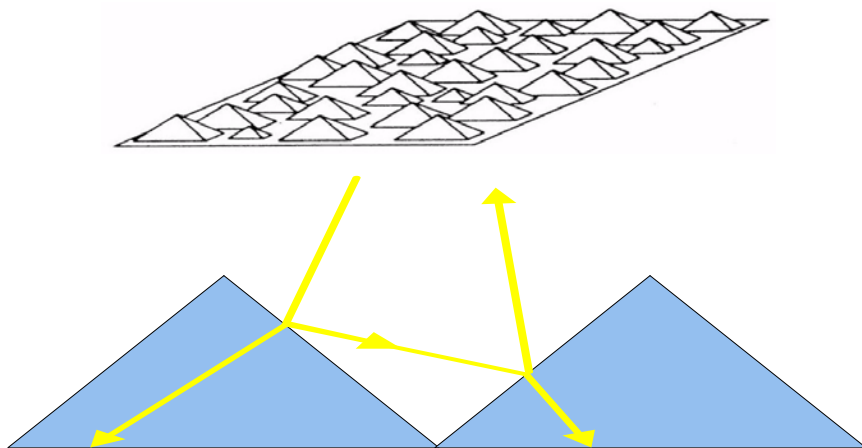


Rys: . <http://climate.nasa.gov>, dostęp z dnia 20.12.2011 r

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

### Zasada pasywacji i teksturyzacji powierzchni

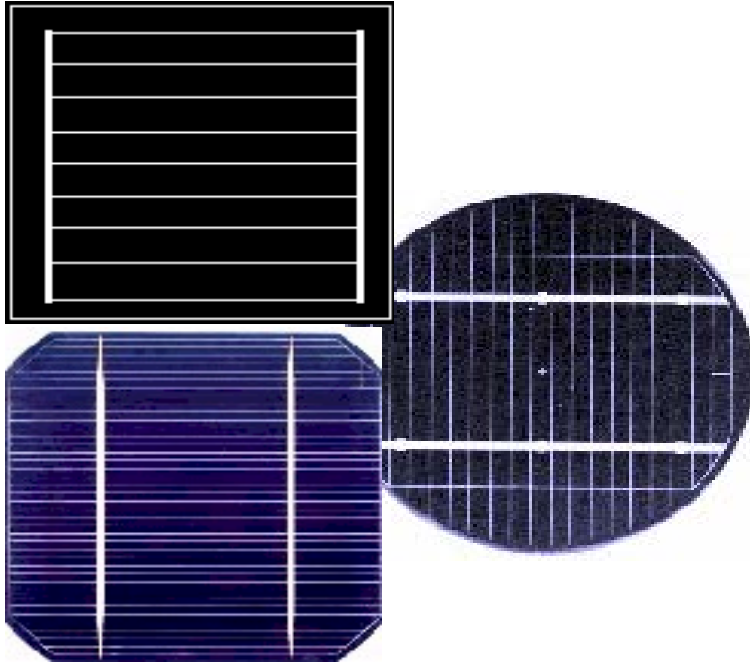


**Zasada działania powierzchni typu  
*random pyramids***

Fot: <http://pvcdrom.pveducation.org/DESIGN/SURFTEXT.HTM>

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne



Kontakty przednie -  
zaciemnienie powierzchni  
2%-5%, niska rezystancja  
przejścia, wzór odporny na  
uszkodzenia

Kontakty tylne - lusto dla  
niskoenergetycznych fotonów,  
omowy charakter -  
domieszkowanie przez  
wyrzewanie

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne



Pojedyncze ogniwa słoneczne łączą się w większe moduły.

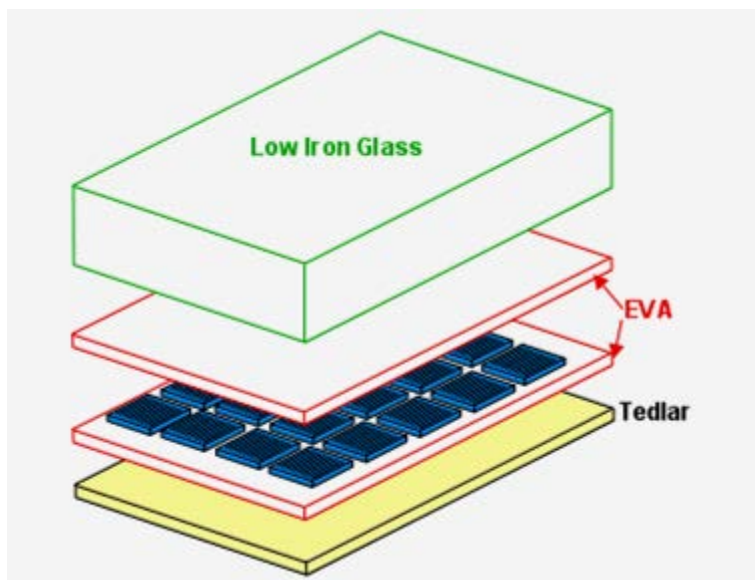
Do podstawowych zadań modułu PV należy:

- Połączenie mechaniczne ogniw
- Połączenie elektryczne ogniw w wybranej konfiguracji
- Zapewnienie ochrony przed narażeniami środowiskowymi
- Umożliwienie łatwego montażu mechanicznego
- Umożliwienie łatwego montażu elektrycznego

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

### Standardowa budowa modułów PV



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

KOORDYNATOR PROJEKTU



**1839** - Edmund Becquerel zauważa zjawisko generacji nośników prądu elektrycznego w niektórych materiałach poddanych naśw

## Krótką historia fotowoltaiki

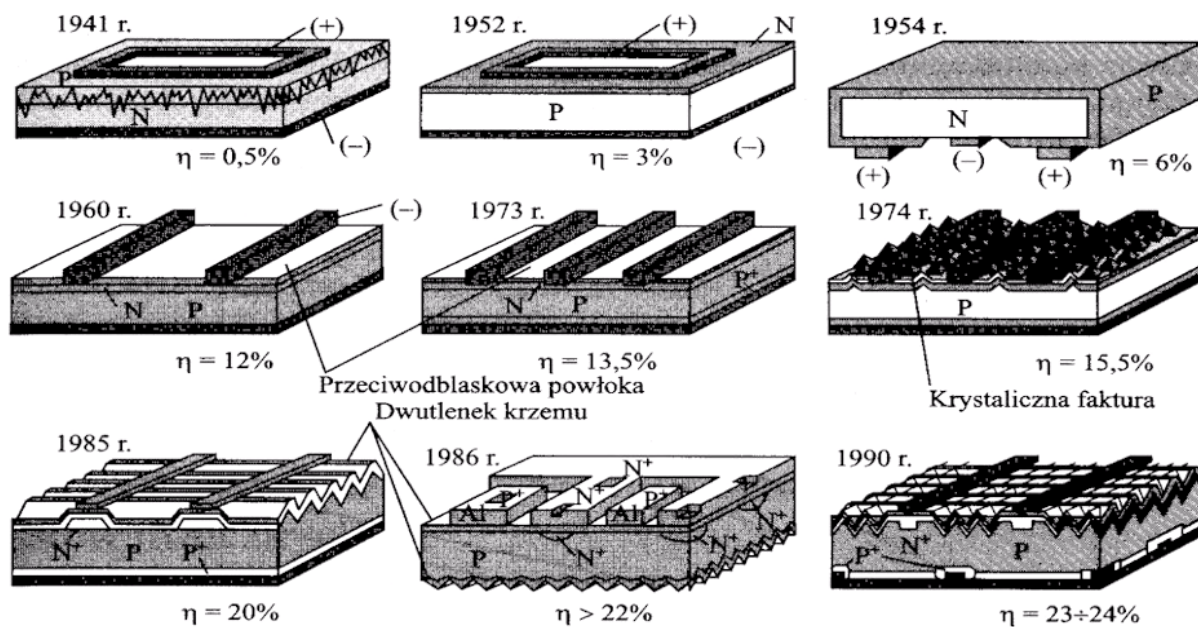
**1954** - pierwsze ogniwo półprzewodnikowe, monokrystaliczne (Si CdS) o sprawności 6% -era zastosowań kosmicznych



KOORDYNATOR PROJEKTU

# Ogniwa Fotowoltaiczne

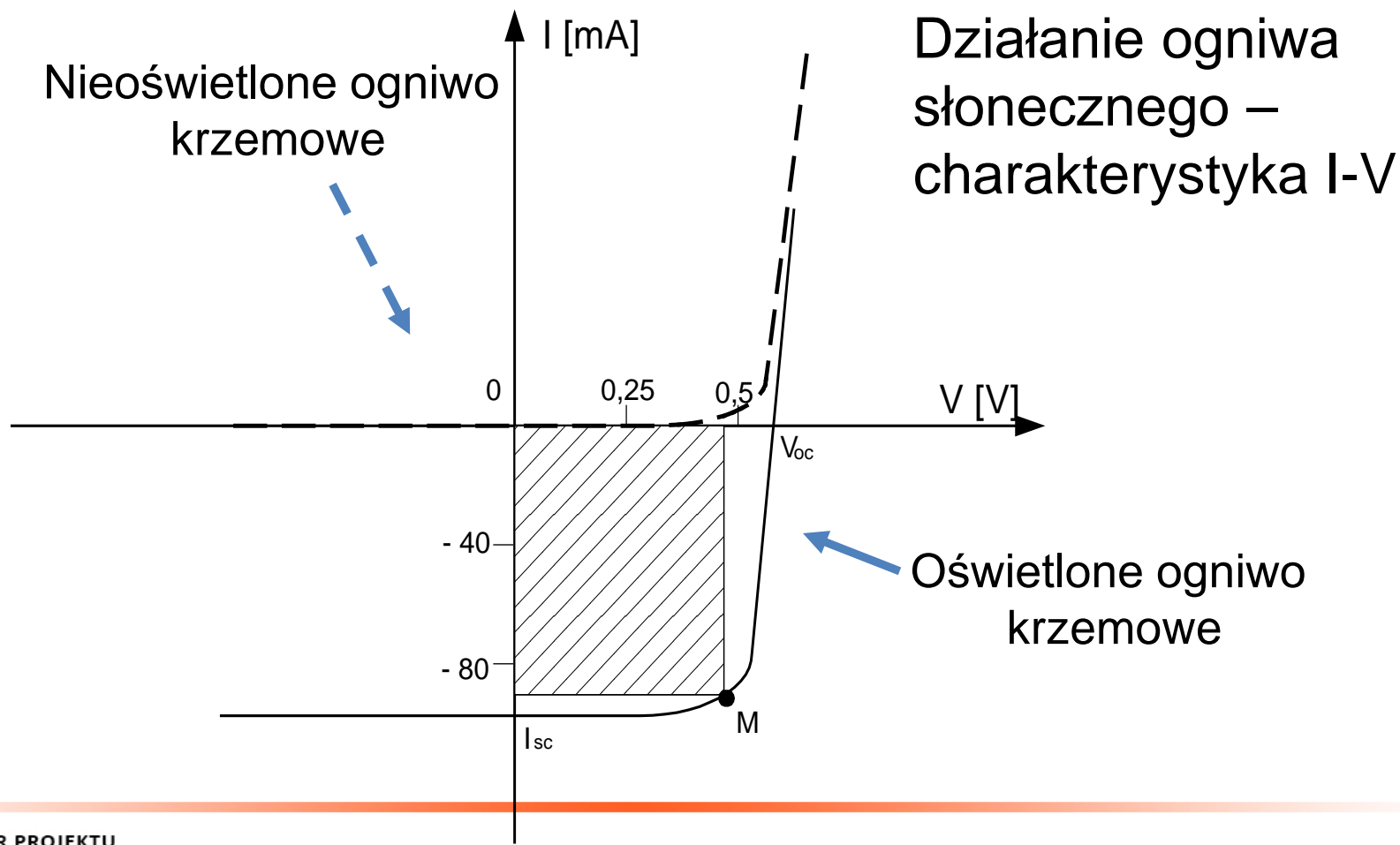
## Ewolucja budowy i parametrów krzemowych ogniw słonecznych



W. Lewandowski „Proekologiczne źródła energii odnawialnej” WNT Warszawa 2002

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

- Na wykresie widoczne jest przesunięcie charakterystyki do czwartej ćwiartki układu współrzędnych pod wpływem oświetlenia i optycznej generacji par dziura-elektron,
- Charakterystyka ta pozwala na zdefiniowanie podstawowych parametrów ogniwa. Miejsca przecięcia tej charakterystyki z osią rzędnych i osią odciętych określają, odpowiednio, wartości prądu zwarcia ISC oraz napięcia obwodu otwartego VOC
- Punkt M odpowiada punktowi pracy ogniwa o maksymalnej mocy oddawanej przez ogniwo do obwodu zewnętrznego.
- Czwarta ćwiartka charakterystyki I-V ogniwa słonecznego jest najbardziej interesująca z punktu analizy zjawisk zachodzących w ogniwie i bywa często przedstawiana samodzielnie tak w skali wartości bezwzględnych jak i względnych.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

Sprawność ogniwa słonecznego

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

Gdzie:

A<sub>a</sub>- pow aktywna ogniwa

A<sub>t</sub> –pow całkowita ogniwa

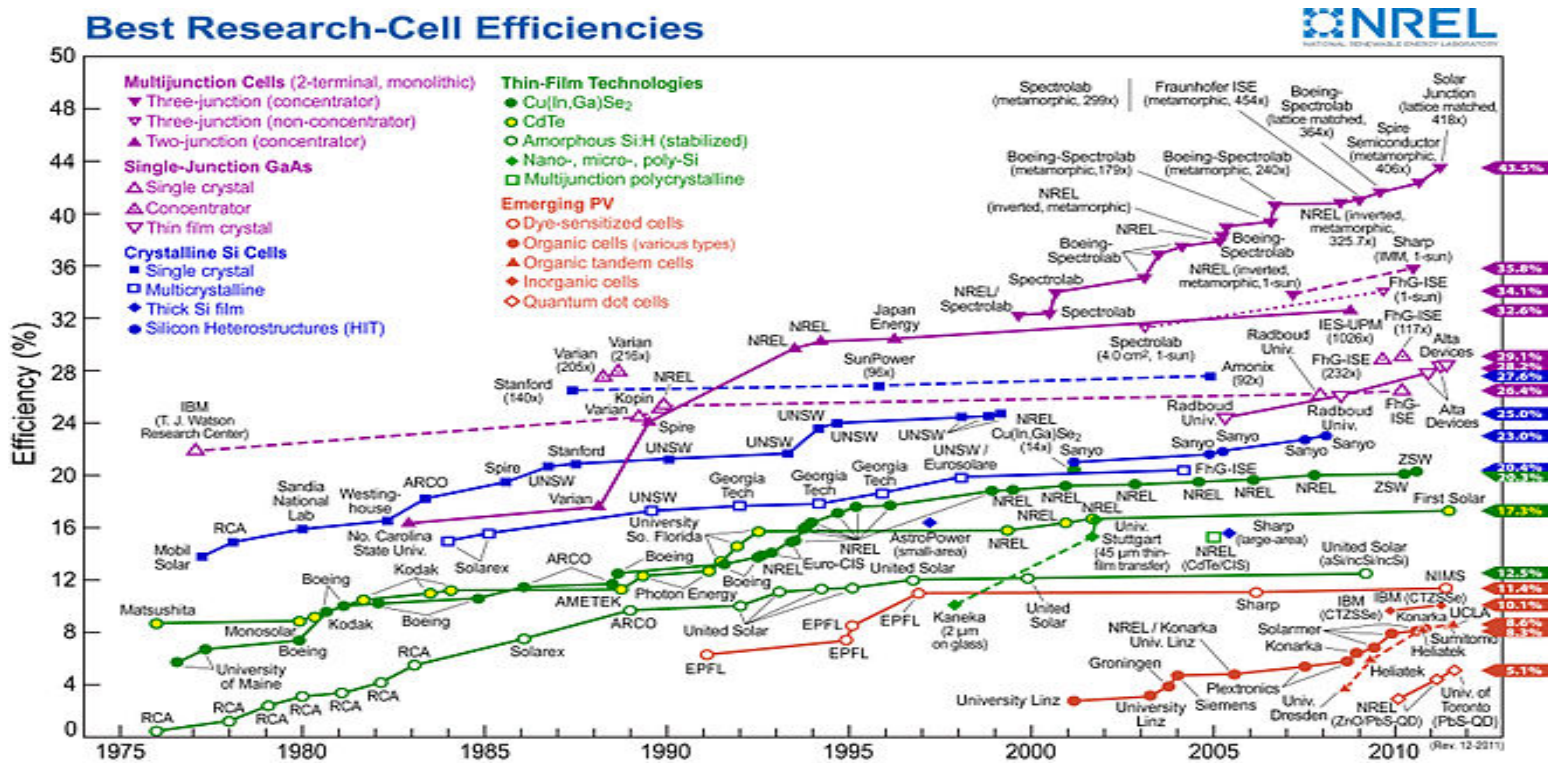
E<sub>e</sub> – ilość mocy dostarczanej przez energię światła

KOORDYNATOR PROJEKTU



# Ogniwa Fotowoltaiczne

## Sprawności ogniw słonecznych różnych typów

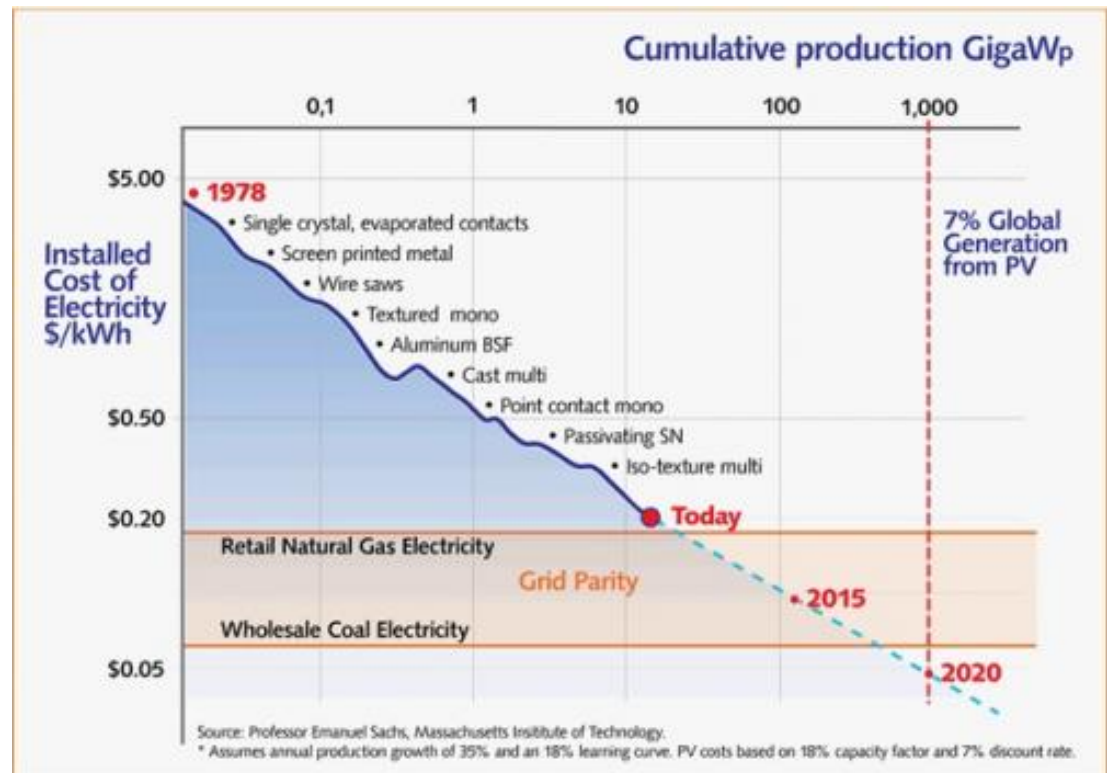


Rys NREL

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Ogniwa Fotowoltaiczne

## Ceny ogniw słonecznych różnych typów

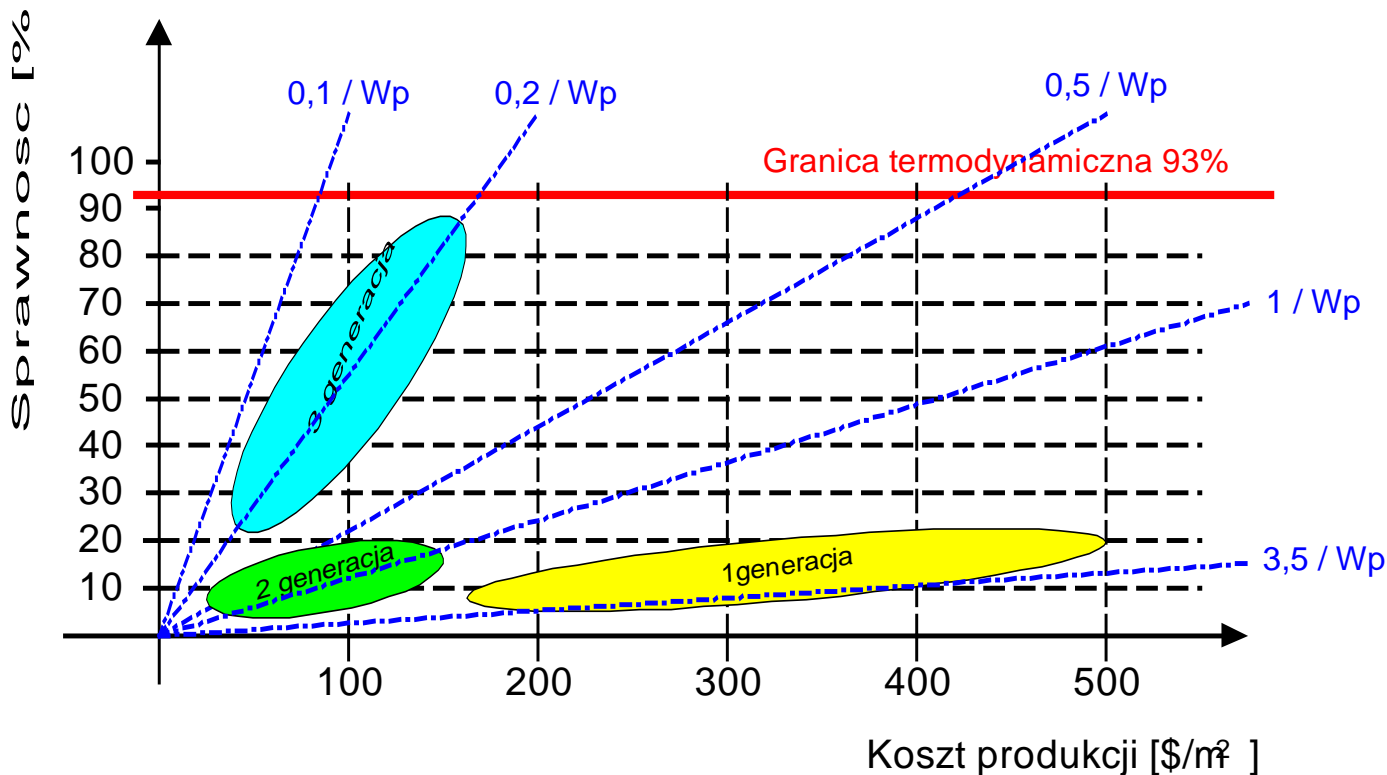


Rys: The Tech Journal

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Ogniwa Fotowoltaiczne

## Trzy generacje ogniw słonecznych

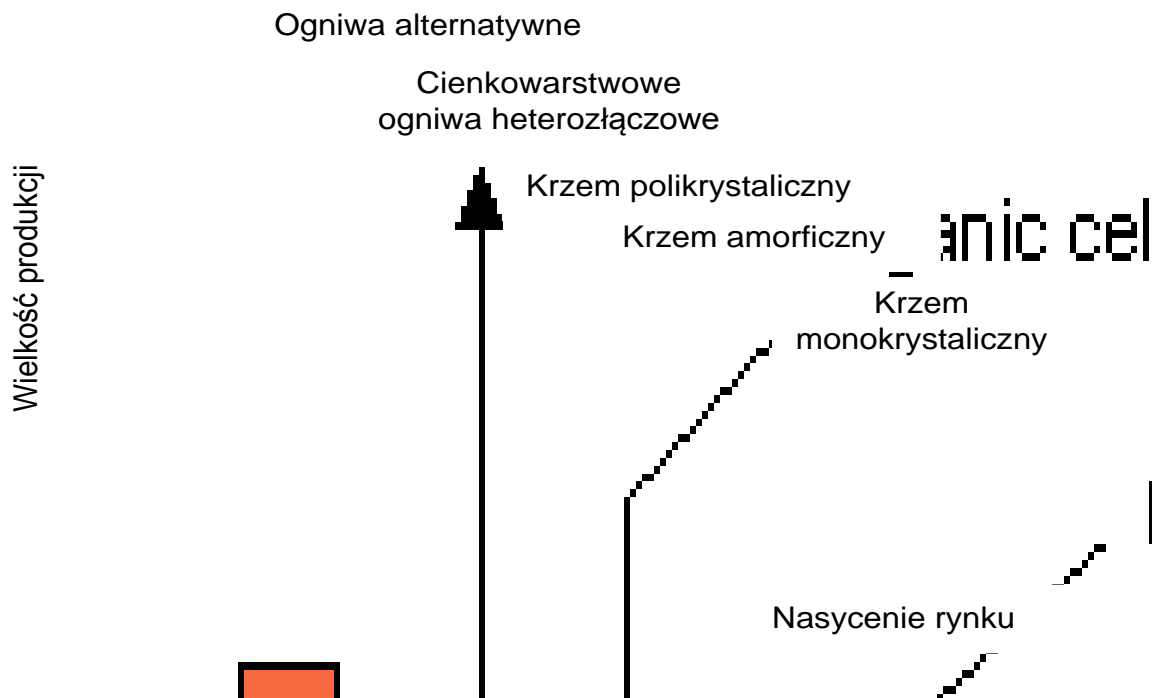


Rys wg . Art. Prof. M. Greena

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Ogniwa Fotowoltaiczne

## Aktualnie produkowane przyrządy



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

### Aktualne zastosowania ogniw słonecznych

- Instalacje produkujące energię do sieci zawodowej (instalacje małe, średnie i elektrownie fotowoltaiczne)
- BIPV (Instalacje na budynkach)
- Instalacje off-grid (budynki i systemy wydzielone, pompy, stacje przekaźnikowe itp..)
- Małe instalacje off-grid (telematyka, oświetlenie, parkomaty, zegary, boje sygnalizacyjne)



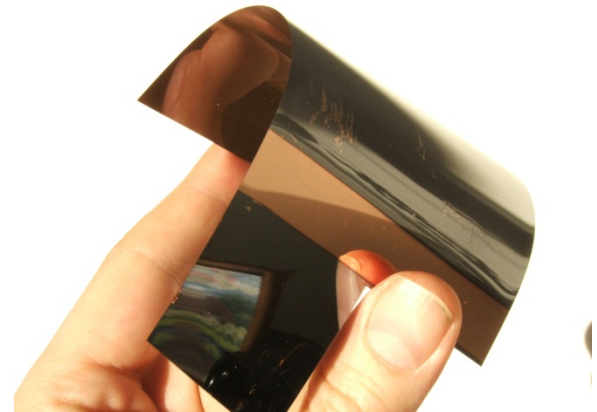
KOORDYNATOR PROJEKTU



## Ogniwa Fotowoltaiczne

### Aktualne zastosowania ogniw słonecznych

- Zasilanie drobnego sprzętu elektronicznego (zegarki, kalkulatory, ładowarki zabawki itp.)
- Zasilanie sond, stacji i pojazdów kosmicznych
- Aplikacje elastyczne i tekstroniczne



## Ogniwa Fotowoltaiczne

Główne zastosowania ogniw słonecznych – wybrane przykłady BIPV

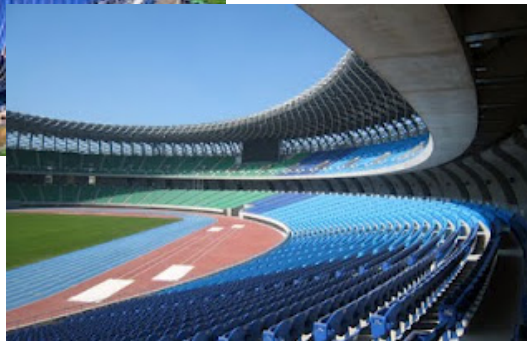


- Kwiat energetyczny Wuhan w Chinach
- Moduły PV zapewniają energię elektryczną, woda deszczowa jest zbierana przez „kielich kwiatu” i zasila budynek
- Wiatrak o pionowej osi obrotu rotora dostarcza dodatkowej energii elektrycznej

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

Główne zastosowania ogniw słonecznych – wybrane przykłady • BIPV



- Stadion Toyo Ito – Taiwan (konstrukcja istniejąca)
- Powierzchnia 19 hektarów, pojemność 50 tys. widzów
- 14 155 metrów kwadratowych modułów PV dostarcza energii dla 3300 lamp i ekranów zamontowanych na stadionie

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Ogniwa Fotowoltaiczne

### Główne zastosowania ogniw słonecznych – wybrane przykłady BIPV

- OMA's Ras al Khaimah Convention and Exhibition Centre Dubai
- Przeznaczenie: Powierzchnia targowa/wystawiennicza, hotele, biura, powierzchnia handlowa i gastronomiczna
- Projekt – budżet nieznany



KOORDYNATOR PROJEKTU



## Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

### Elektrownie fotowoltaiczne – przyczyny wprowadzania

- Najtańszy rodzaj instalacji fotowoltaicznej w przeliczeniu na wat szczytowy produkowanej energii
- Największa bezawaryjność
- Niskie koszty obsługi i utrzymania
- Największa efektywność liczona jako procent zużytej energii – sieć najlepszym akumulatorem.
- Produkcja „zielonej” energii na użytek publiczny
- Niezależność energetyczna regionu i kraju



KOORDYNATOR PROJEKTU

# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

## Elektrownie fotowoltaiczne - zagrożenia

- Brak „kontroli” nad produkcją energii – niezależne uwarunkowania pogodowe
- Społeczne koszty wprowadzania technologii – dopłaty, szkolenia, akcje promocyjne
- Inne (odbicie, zajęcie terenów zielonych itp.)



KOORDYNATOR PROJEKTU



# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

## Elektrownie fotowoltaiczne - parametry

- Moc 10kWp-5GWp
- Produkcja energii – do sieci zawodowej
- Przyłącze – do sieci średniego lub wysokiego napięcia
- System finansowania – zróżnicowany (ale na ogół mniejsze dofinansowanie niż dla małych instalacji)

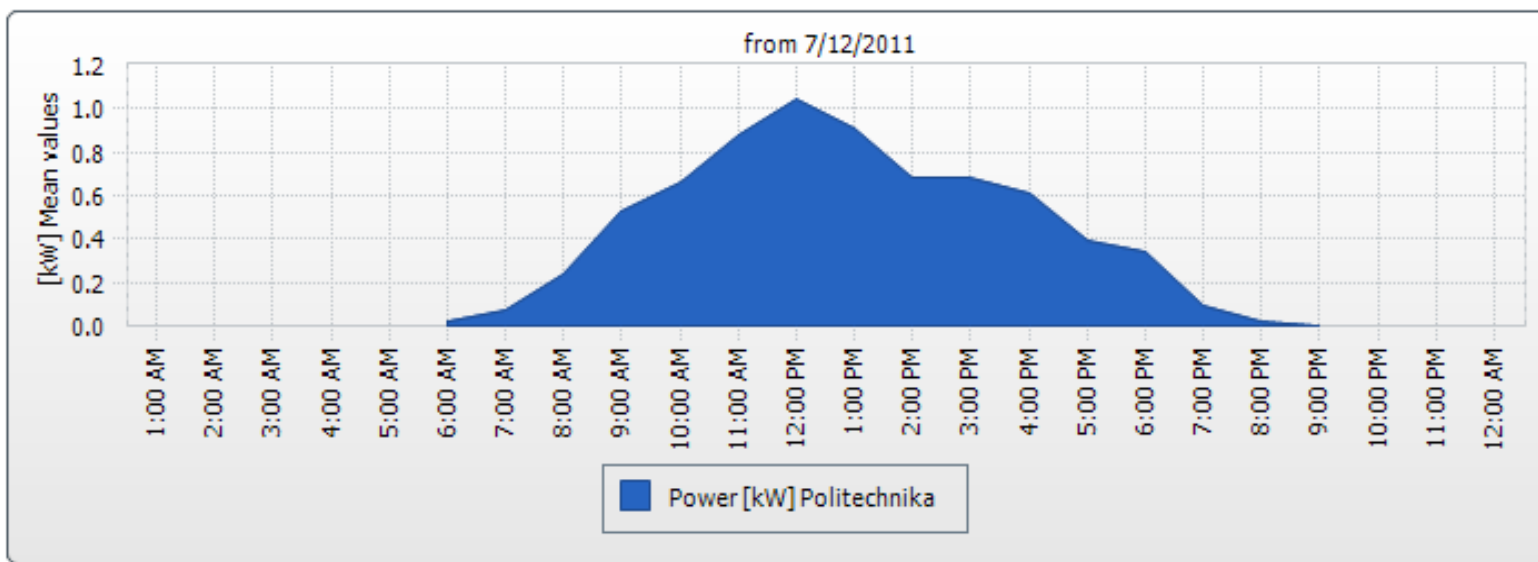


KOORDYNATOR PROJEKTU

# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

## Elektrownie fotowoltaiczne – zastosowania przemysłowe

Typowe przebiegi generacji energii fotowoltaicznej w cyklu dobowym w okresie letnim

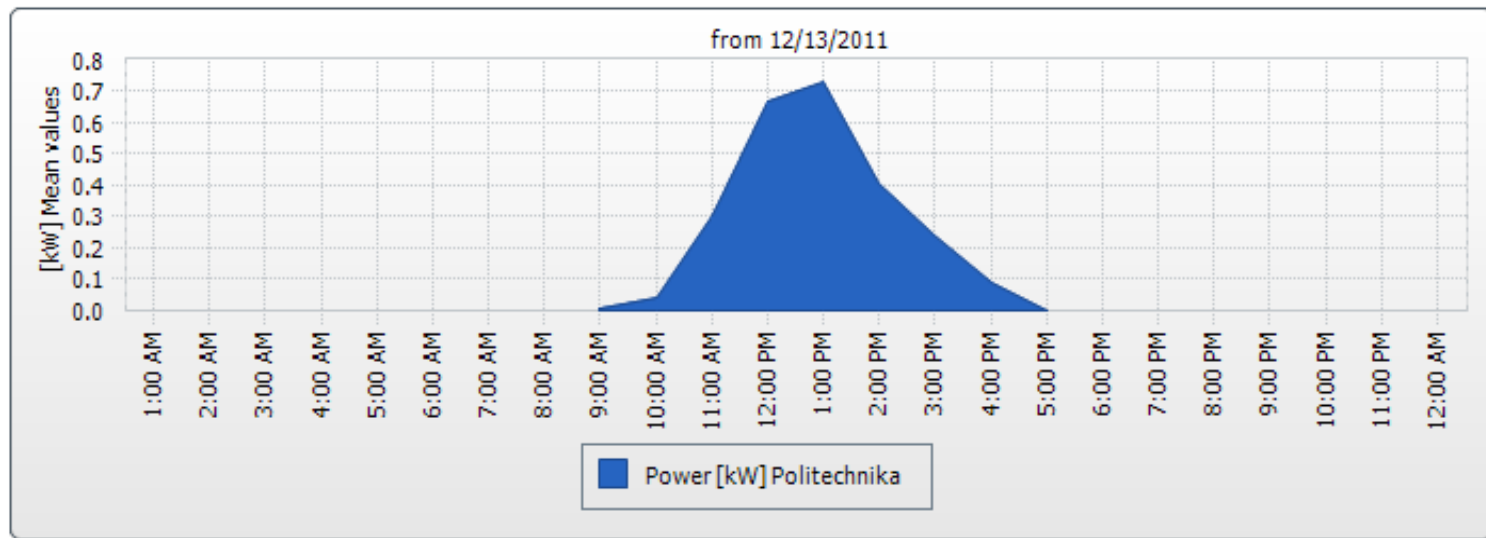


KOORDYNATOR PROJEKTU

# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

## Elektrownie fotowoltaiczne – zastosowania przemysłowe

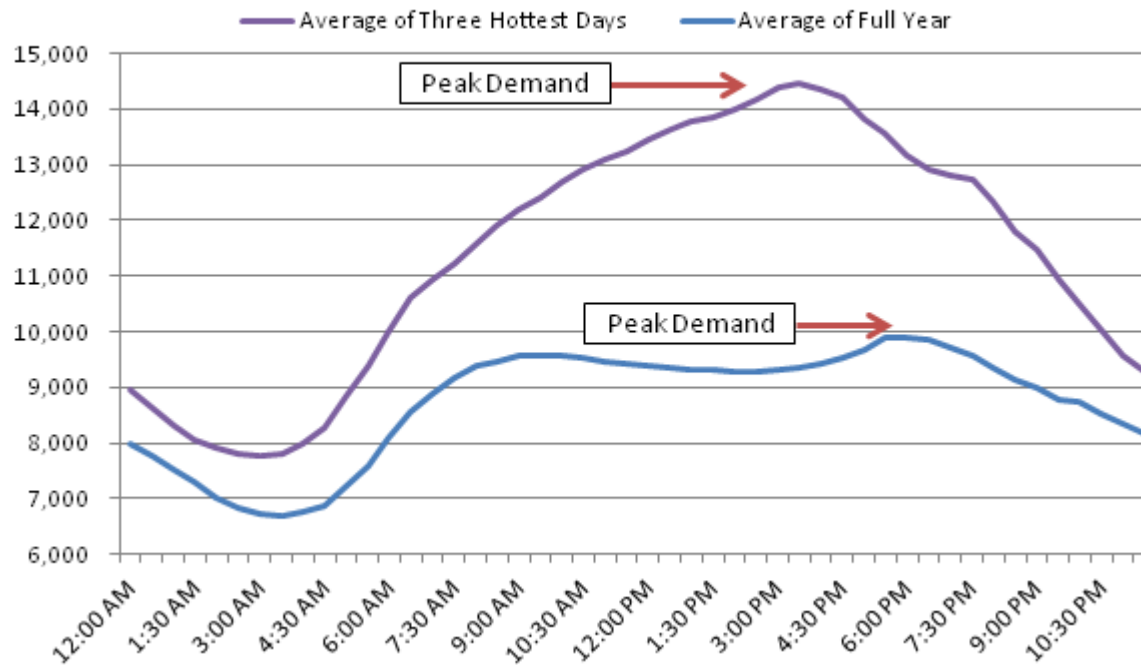
Typowe przebiegi generacji energii fotowoltaicznej w cyklu dobowym w okresie zimowym



KOORDYNATOR PROJEKTU

# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

NSW Demand Profile Comparison 2011



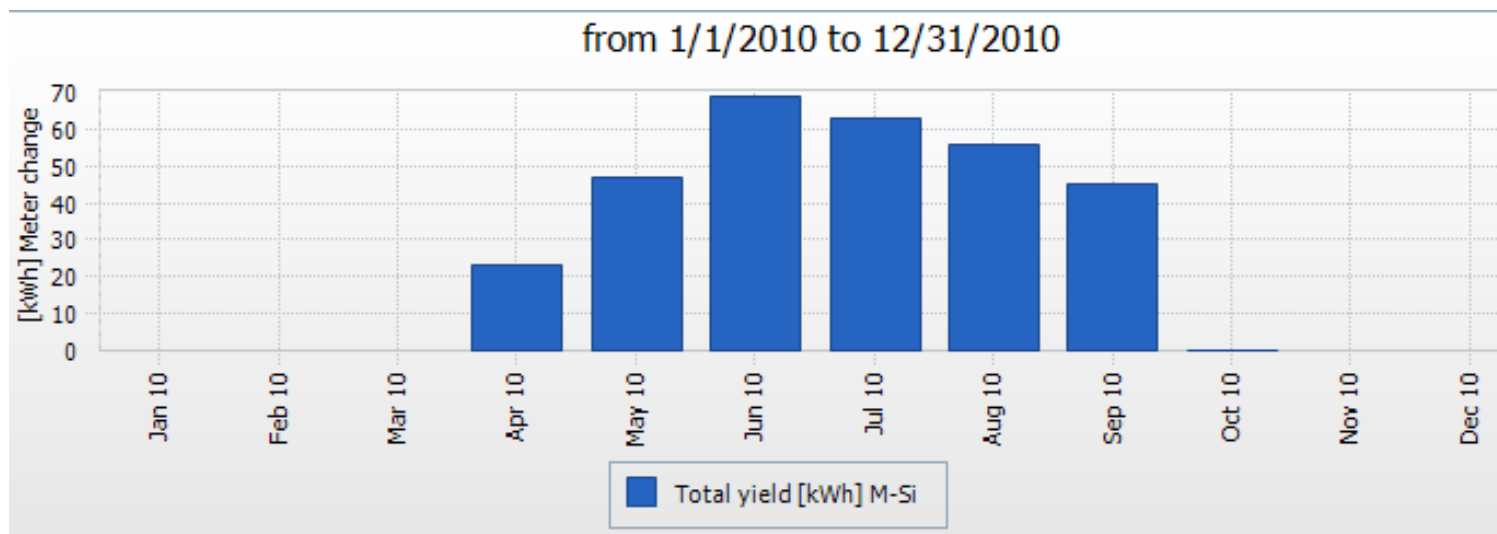
Profil – klimatyzacja – źródło: <http://reneweconomy.com.au/>

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

## Elektrownie fotowoltaiczne – zastosowania przemysłowe

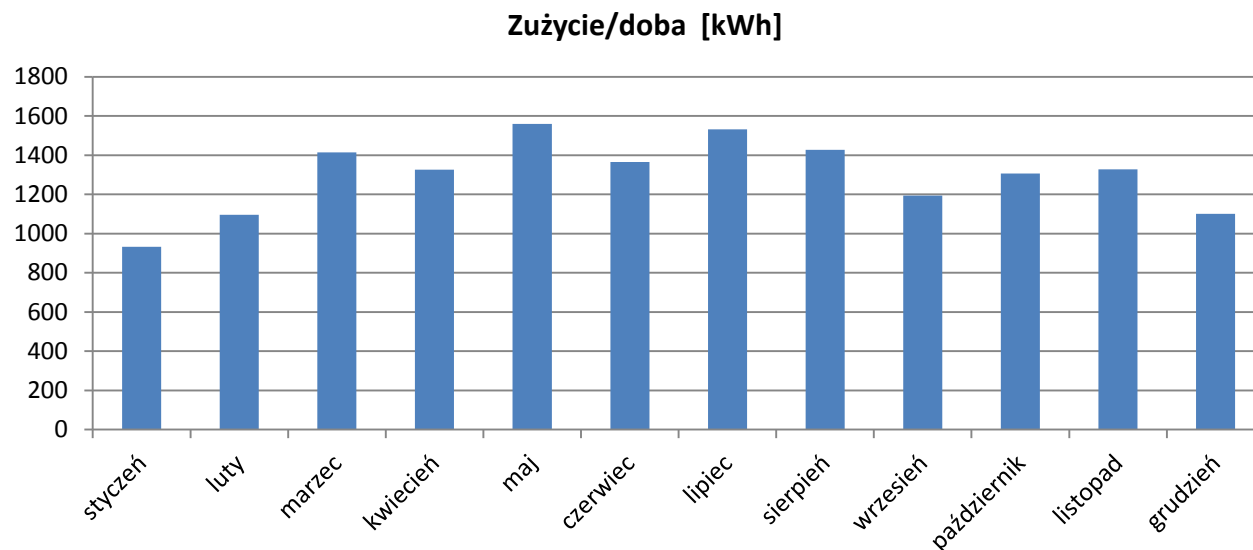
Rozkład roczny produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej w Polsce



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Wykorzystanie energii fotowoltaicznej w działalności gospodarczej

Przeciętne zapotrzebowanie roczne na energię elektryczną – zakład przetwórstwa spożywczego, centralna Polska



KOORDYNATOR PROJEKTU



## Potrzeba symulacji instalacji PV

### Instalacje fotowoltaiczne – konieczność projektowania dla indywidualnego odbiorcy

- Redukcja wkładu pracy we wstępnej fazie projektowania
- Określenie energii potencjalnie produkowanej przez instalację PV
- Wykrycie błędnych założeń, błędów w projekcie, minimalizacja kosztów instalacji
- Sprawdzenie efektów działania wielu wariantów systemów
- Optymalizacja projektu instalacji: odpowiedni dobór i symulacja działania komponentów systemu
- Analiza ekonomiczna
- Określenie możliwości systemu, oszczędności i/lub zysku ze sprzedaży energii

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Metody projektowania instalacji fotowoltaicznych i efekty ich wykorzystania

- ❖ Obliczenia „ręczne”, dopasowanie komponentów PV, dobór elementów dostępnych na rynku
  - ❖ konieczne duże doświadczenie w zrealizowanych projektach
  - ❖ ryzyko nieprawidłowej pracy instalacji / pominięcia parametru wpływającego na jakość działania
- ❖ Wykorzystanie programów udostępnianych przez producentów elementów PV
  - ❖ np. SMA, Kyocera, PowerOne, Kaco, Fronius, Mastervolt...
- ❖ Specjalistyczne programy symulacyjne
  - ❖ projektowanie systemu w dowolnej lokalizacji, uwzględnienie zacienienia, temperatury i innych parametrów instalacji; wymagana wiedza użytkownika w zakresie projektowania instalacji PV
- ❖ Darmowe aplikacje on-line
  - ❖ intuicyjne i łatwe w obsłudze; dają ogólną informację nt. działania danego systemu w zadanej lokalizacji; nie wymagają rozbudowanej wiedzy użytkownika

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Sprawność zintegrowanego układu hybrydowego jest większa niż suma sprawności jego składników !!!

Wynika to z utrzymania optymalnej temperatury pracy ogniwa słonecznego.

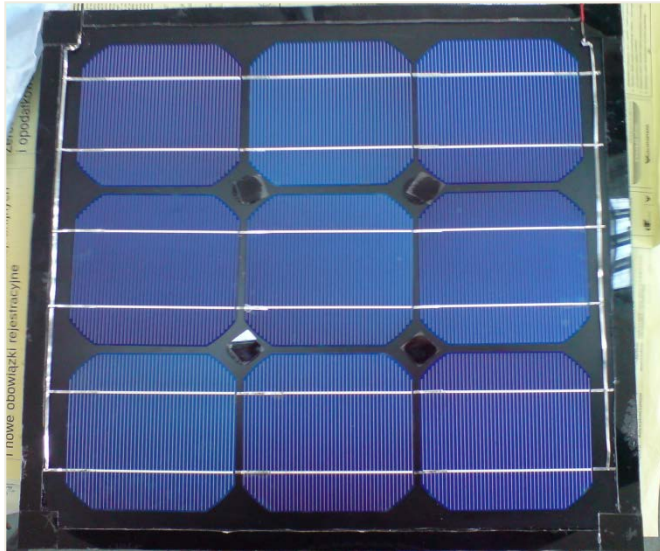
	<b>Ogniwo fotowoltaiczne</b>	<b>Kolektor słoneczny</b>	<b>Hybryda Ogniwo - kolektor</b>
$\eta$ [%]	10,6	62,8	75,8
<b>P [W]</b>	74,8	552	645,2

Porównanie parametrów omawianych konstrukcji (Witold M. Lewandowski)

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Prototyp laboratoryjny – ogniwa słoneczne krzemowe, absorber miedziany.



Moduł PV (awers)

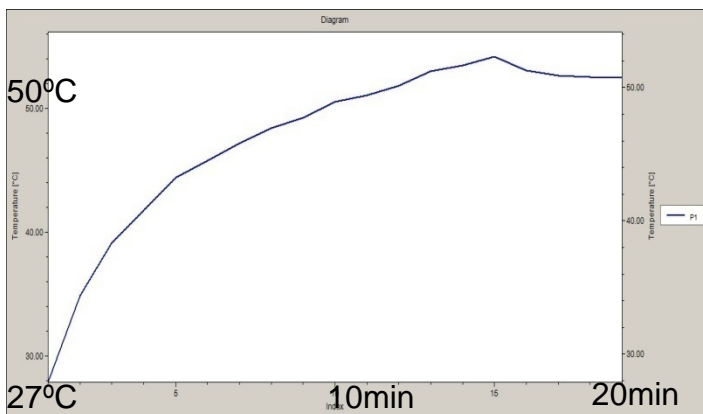


Kolektor termiczny (rewers)

KOORDYNATOR PROJEKTU

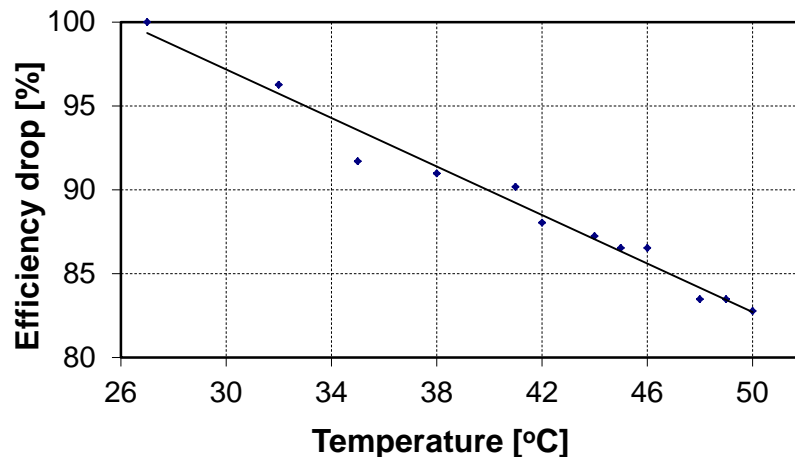
# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Negatywny wpływ samonagrzewania na pracę modułu PV



Praca 20 minutowa →  
samonagrzewanie do  
temperatury 50 °C

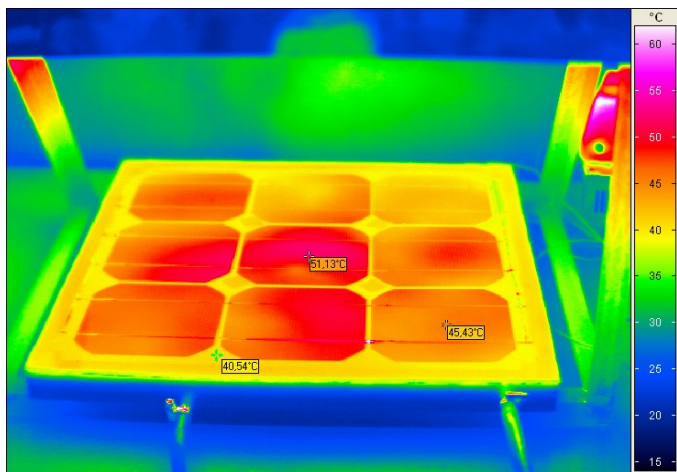
Spadek sprawności: 0.75% na  
1°C wzrostu temperatury



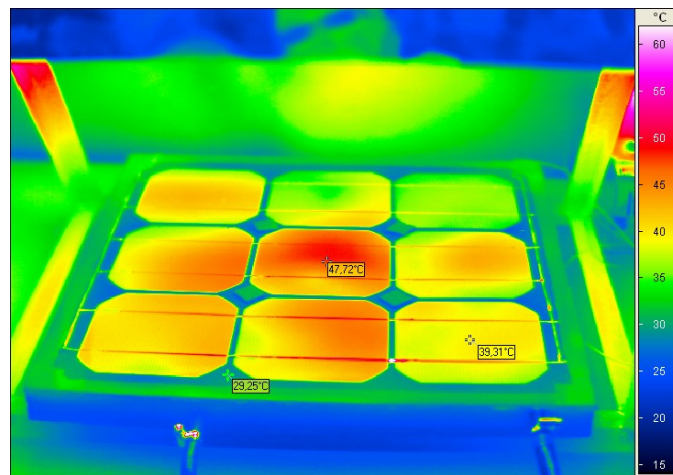
KOORDYNATOR PROJEKTU

## Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Wynik pracy układu hybrydowego – obraz termograficzny urządzenia



Oświetlona hybryda →  
średnia temperatura: 50°C



Uruchomiony system kolektora termicznego przez czas 10 minut →  
średnia temperatura: 36°C



# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

## Wynik pracy układu hybrydowego

Parametry wyjściowe

→ nominal temp.: 25°C

$P_{\max}$ : 5 W

Eff: 9.8 %

$I_{sc}$ : 4.5 A

$V_{oc}$ : 1.8 V

Praca z samonagrzewaniem

→ temperatura: 50°C

$P_{\max}$ : 4.1 W

Eff: 8.0%

Sprawność względna wynosi  
82% wartości początkowej

Hybryda w pełni sprawna –  
działa system kolektorowy

→ temperatura: 36°C

$P_{\max}$ : 4.6 W

Eff: 9.0%

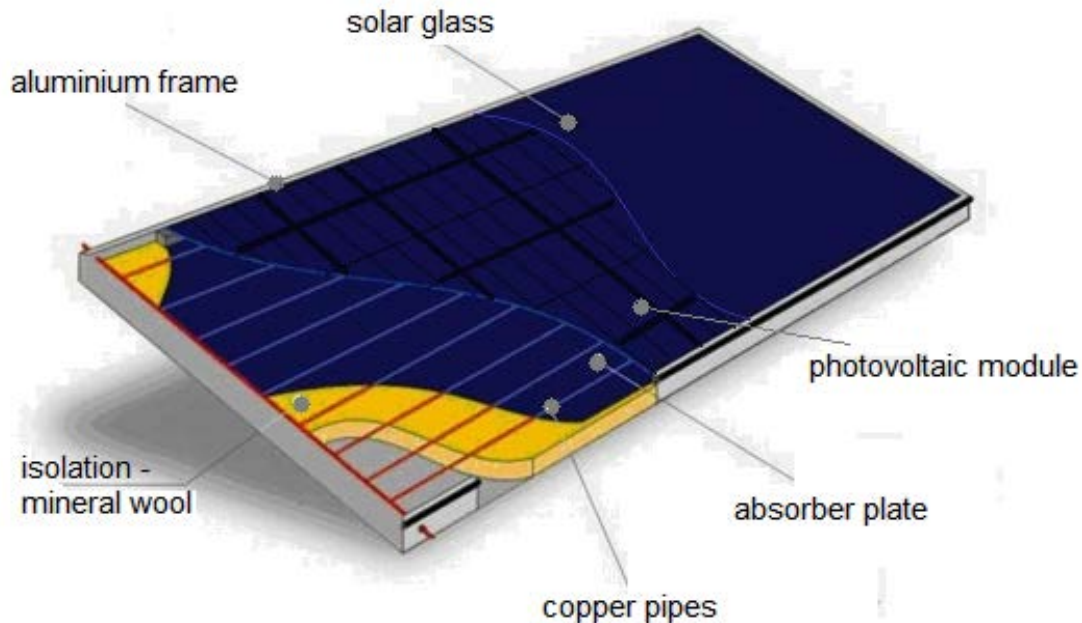
Eff<sub>th</sub>: 65%

Moc i sprawność wynoszą  
92% wartości wyjściowej

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

## Urządzenie komercyjne - koncepcja



Fot na bazie  
<http://pl.immergas.com>

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

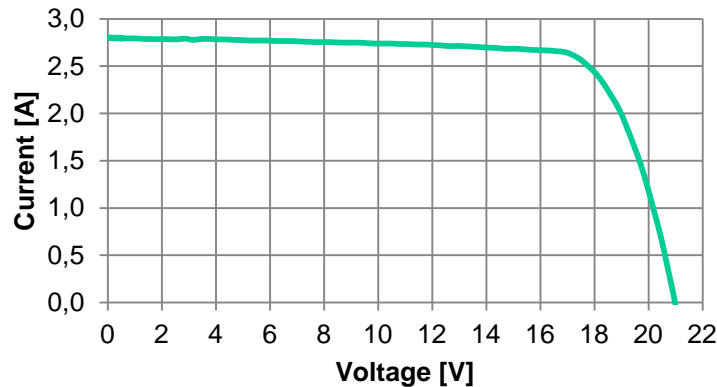
Urządzenie komercyjne - wykonanie



KOORDYNATOR PROJEKTU

# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

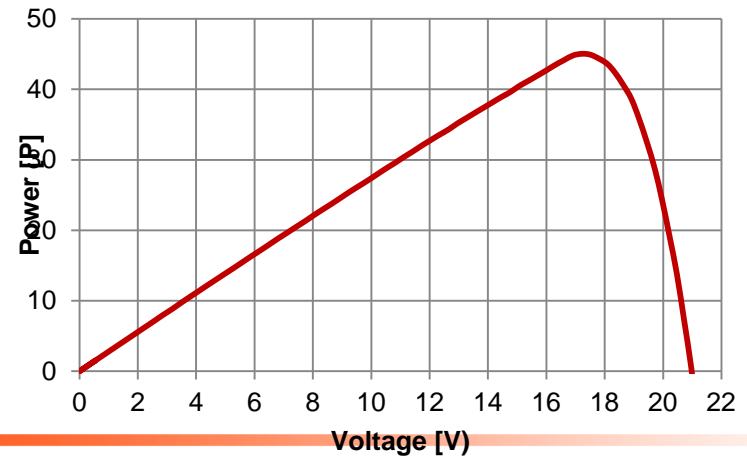
## Urządzenie komercyjne - pomiary



$I_{sc}$  2.8 A  
 $V_{oc}$  21.0 V  
 $I_m$  2.6 A  
 $V_m$  17.2 V

$P_{max}$  45.0 W  
 Współczynnik wypełnienia 76.7 %  
 Sprawność modułu 9.4 %

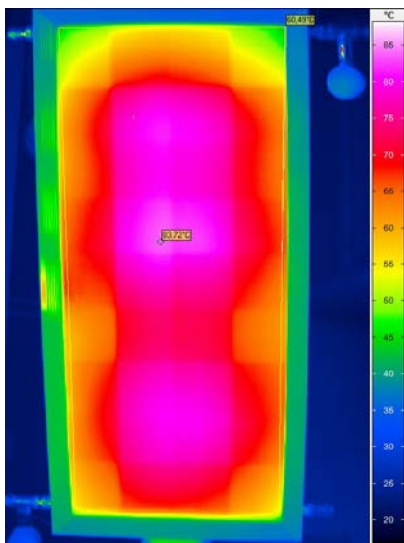
Temperatura: 25 °C  
 Moświetlenie: 1002 W/m<sup>2</sup>  
 Pow: 4794 cm<sup>2</sup>  
 Ogniwa w serii: 36



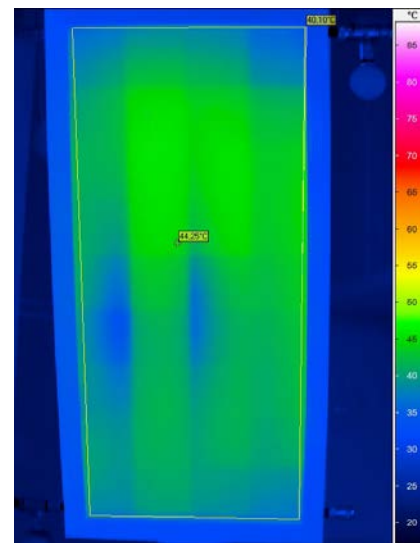
KOORDYNATOR PROJEKTU

# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Urządzenie komercyjne – obraz termograficzny



Praca w trybie samonagrzewania  
→ temperatura średnia: 82°C



Po 15 minutach w hybrydowym trybie pracy  
→ temperatura średnia: 42°C

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Wynik pracy układu hybrydowego – wersja przemysłowa

Parametry wyjściowe

→ nominal temp.: 25°C

$P_{\max}$ : 45 W

Eff: 9.4 %

$I_{sc}$ : 2.8 A

$V_{oc}$ : 21.0 V

Praca w trybie  
samonagrzewania

→ temperatura: 82°C

$P_{\max}$ : 31.5 W

Eff: 6.6%

Moc i sprawność wynoszą  
70% wartości wyjściowej

Praca w systemie  
hybrydowym

→ temperatura: 42°C

$P_{\max}$ : 40.5 W

Eff: 8.5%

Eff<sub>th</sub>: 83%

Moc i sprawność wynoszą  
90% wartości wyjściowej

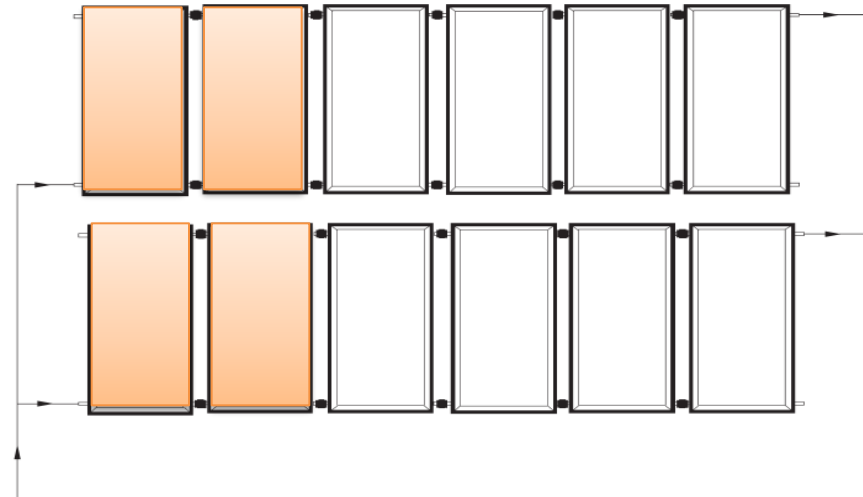
KOORDYNATOR PROJEKTU



# Potencjał elementów hybrydowych do stymulacji procesów utylizacji odpadów.

Wynik pracy układu hybrydowego – konfiguracja układu

- Wymagana konfiguracja wykorzystania elementów hybrydowych
  - Urządzenie atrakcyjne dla rozwiązań przemysłowych, gdzie potrzebna jest zarówno energia cieplna jak i elektryczna
- odpowiednia konfiguracja systemu w celu wykorzystania elementów



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Podsumowanie.

- Konwersja fotowoltaiczna to bezpieczna dla środowiska, stabilna i coraz tańsza metoda produkcji energii elektrycznej
- Wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych w instalacjach przemysłowych i elektrowniach słonecznych jest najbardziej efektywnym sposobem ich użytkowania
- Przy planowaniu instalacji fotowoltaicznej każdorazowo konieczne jest odpowiednie przygotowanie projektu elektrycznego i budowlanego.
- Produkcja energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych najczęściej przypada na okresy szczytów energetycznych
- Urządzenia hybrydowe oferują możliwość jednoczesnej produkcji energii elektrycznej i ciełej.

KOORDYNATOR PROJEKTU