



Kolektory słoneczne i fotowoltaika

dr inż. Maciej Sibiński

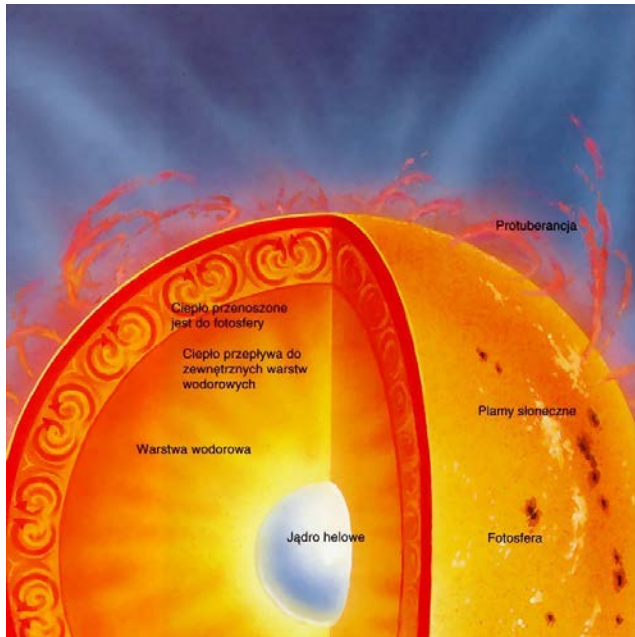


Plan prezentacji

- Potencjał energii słonecznej
- Zasoby energii słonecznej w Polsce i na świecie.
- Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego.
- Termiczne kolektory słoneczne.
- Ogniwa fotowoltaiczne.
- Projektowanie instalacji solarnych
- Prawdy i mity na temat fotowoltaiki i energii słonecznej



Potencjał energii słonecznej

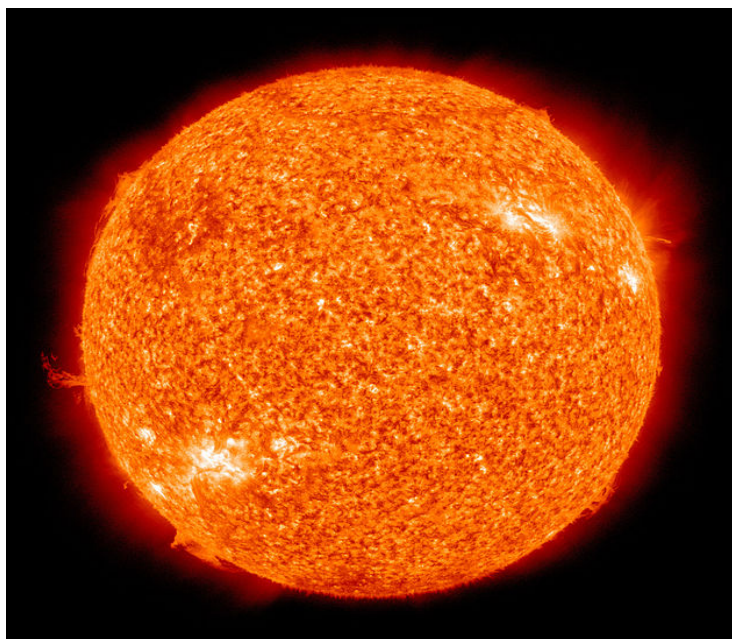


Rys www.draculkill.pl

- Słońce stanowi kulę zjonizowanego gazu o masie $2 \cdot 10^{30}$ kg (71% wodór; 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. 5mld lat a jego spodziewany okres życia na 10mld lat.



Potencjał energii słonecznej

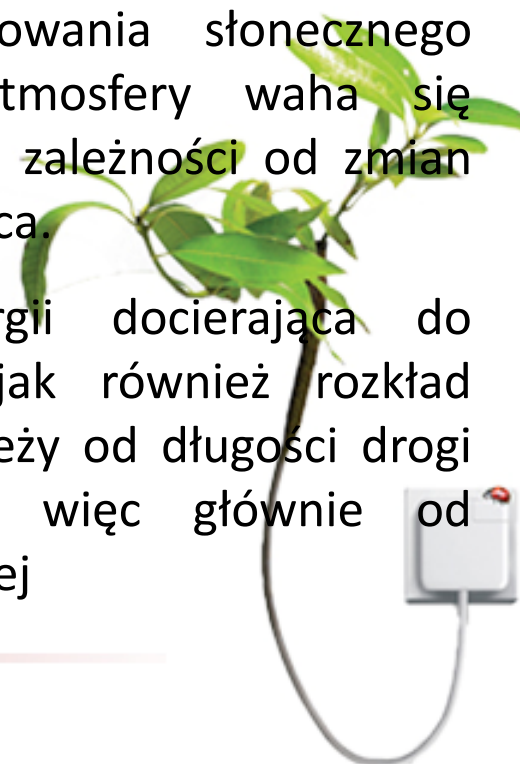


Fot: NASA

- Gęstość mocy pochodzącej z promieniowania Słońca i docierającej do powierzchni atmosfery ziemskiej, odległej od Słońca o 150 milionów kilometrów, wynosi ok. 1366 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



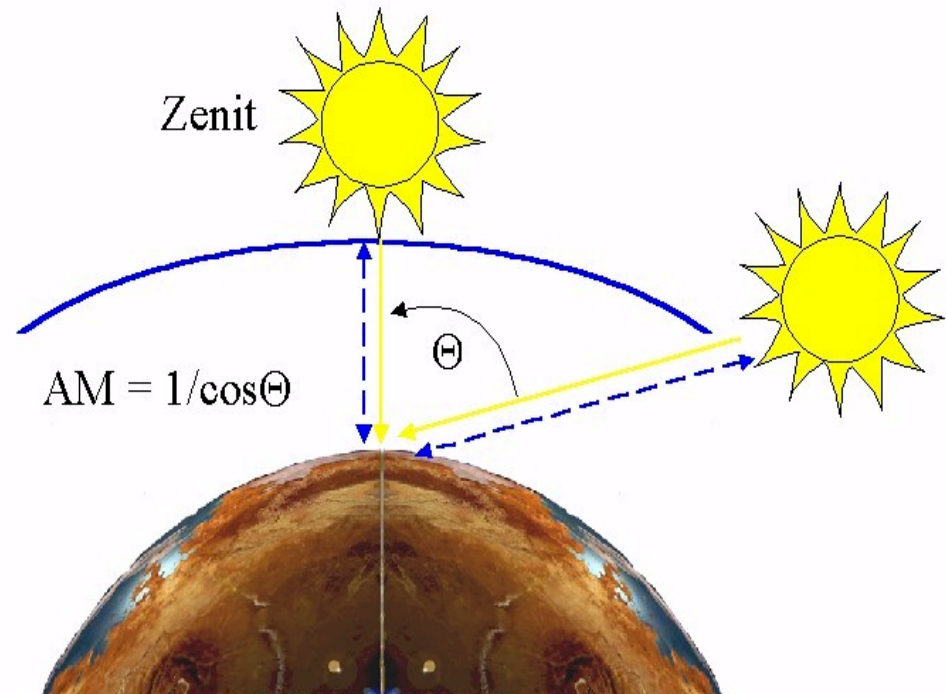
Energia a kąt padania promieni słonecznych

AM - (*ang. air mass*) warunki oświetlenia powierzchni Ziemi światłem słonecznym w zależności od kąta padania promienia

AM 0 - przestrzeń kosmiczna

AM 1 - zenit

AM 1,5 - 48,2°szer geogr.
(najbardziej popularne warunki pomiarowe)



Energia a kąt padania promieni słonecznych

AM 1,5 D - (*ang. Air Mass 1,5 Direct*) warunki oświetlenia powierzchni Ziemi bezpośrednim światłem słonecznym dla kąta 48°

AM 1,5 G - (*ang. Air Mass 1,5 Global*) całkowite oświetlenie powierzchni Ziemi światłem słonecznym dla kąta 48° (wiązka bezpośrednia + promieniowanie rozproszone)

Warunki AMG obejmują rzeczywiste oświetlenie odbiorników energii i są na ogół traktowane jako uniwersalne.

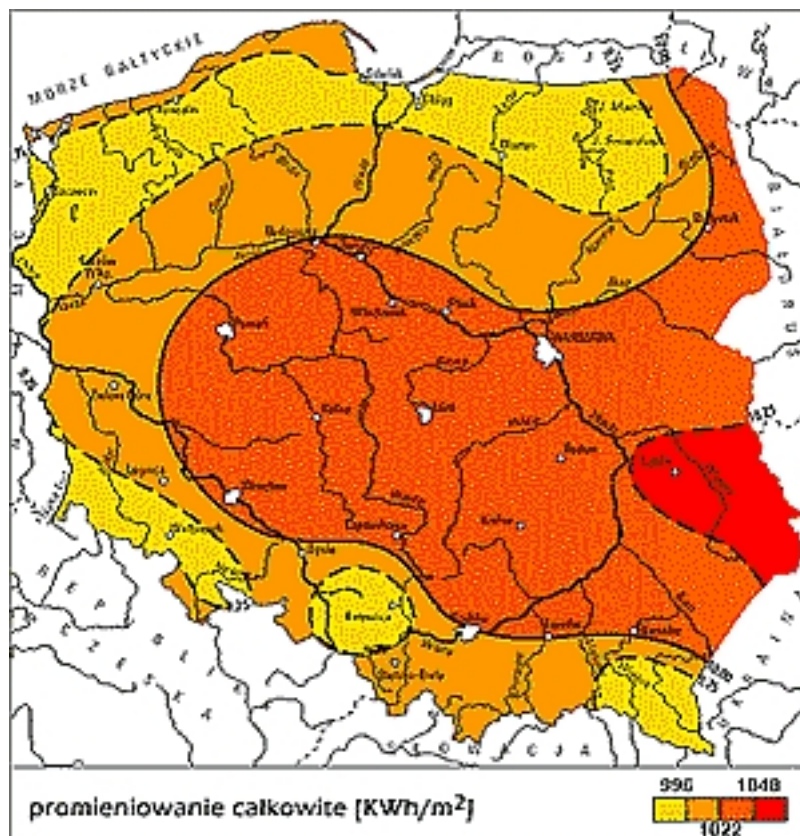


Energia a kąt padania promieni słonecznych

Warunki G, D i R (reflected) oraz ich pomiary piramometrem



Zasoby energii słonecznej w Polsce

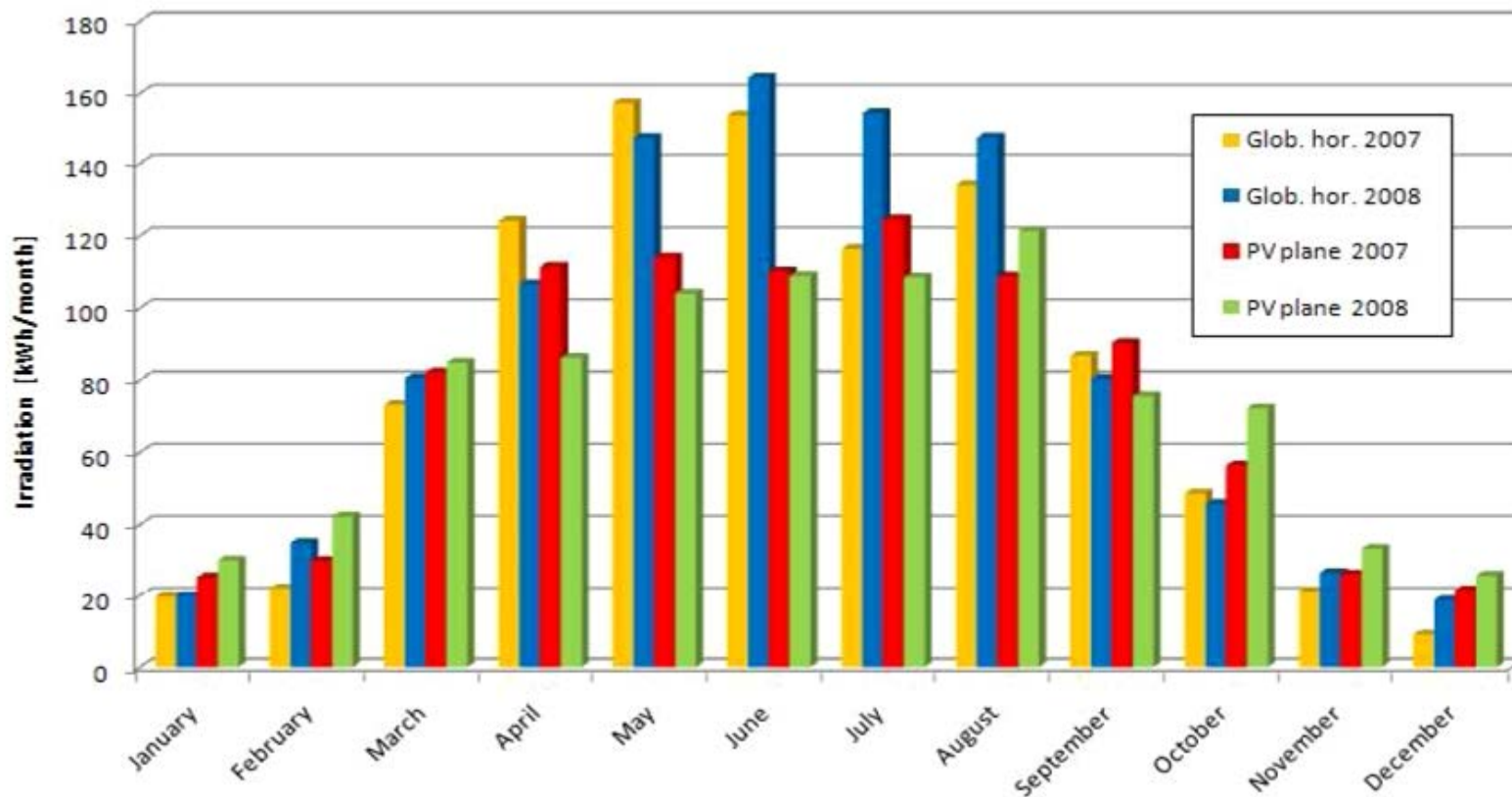


Fot: IMGW

- 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/m².
- Rocznie, suma energii słonecznej padającej na powierzchnię 1m² w Polsce wynosi od 950 do 1250 kWh



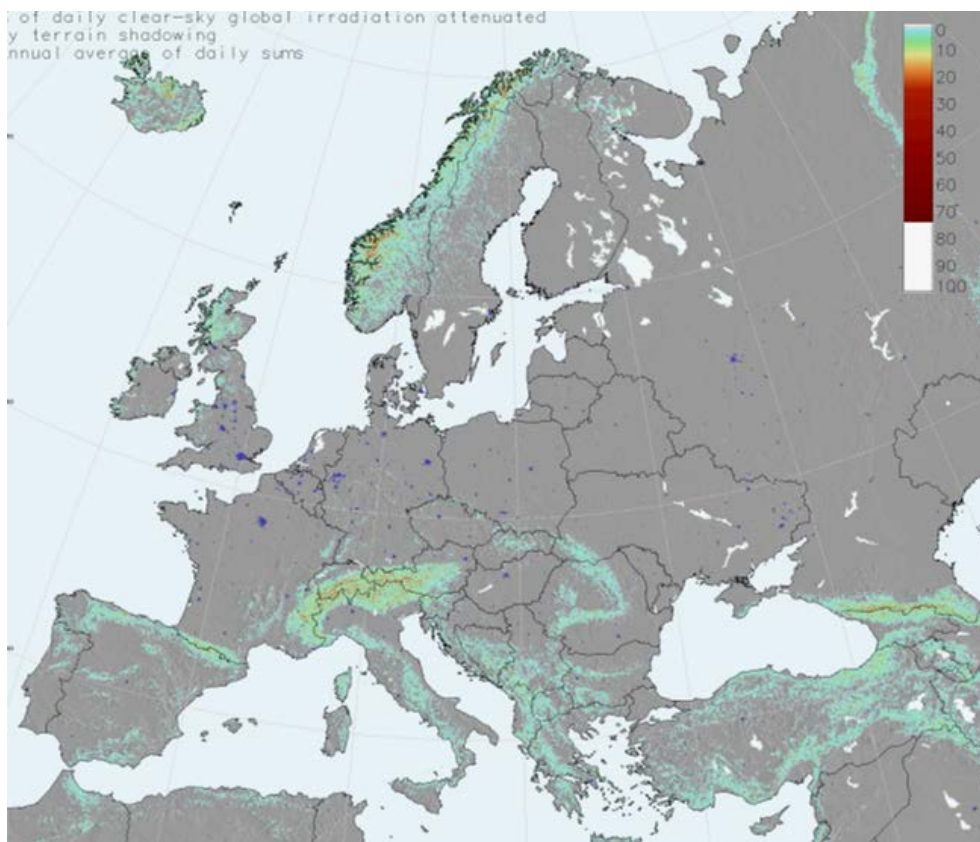
Zasoby energii słonecznej w Polsce



Roczne pomiary nasłonecznienia AGH - Kraków

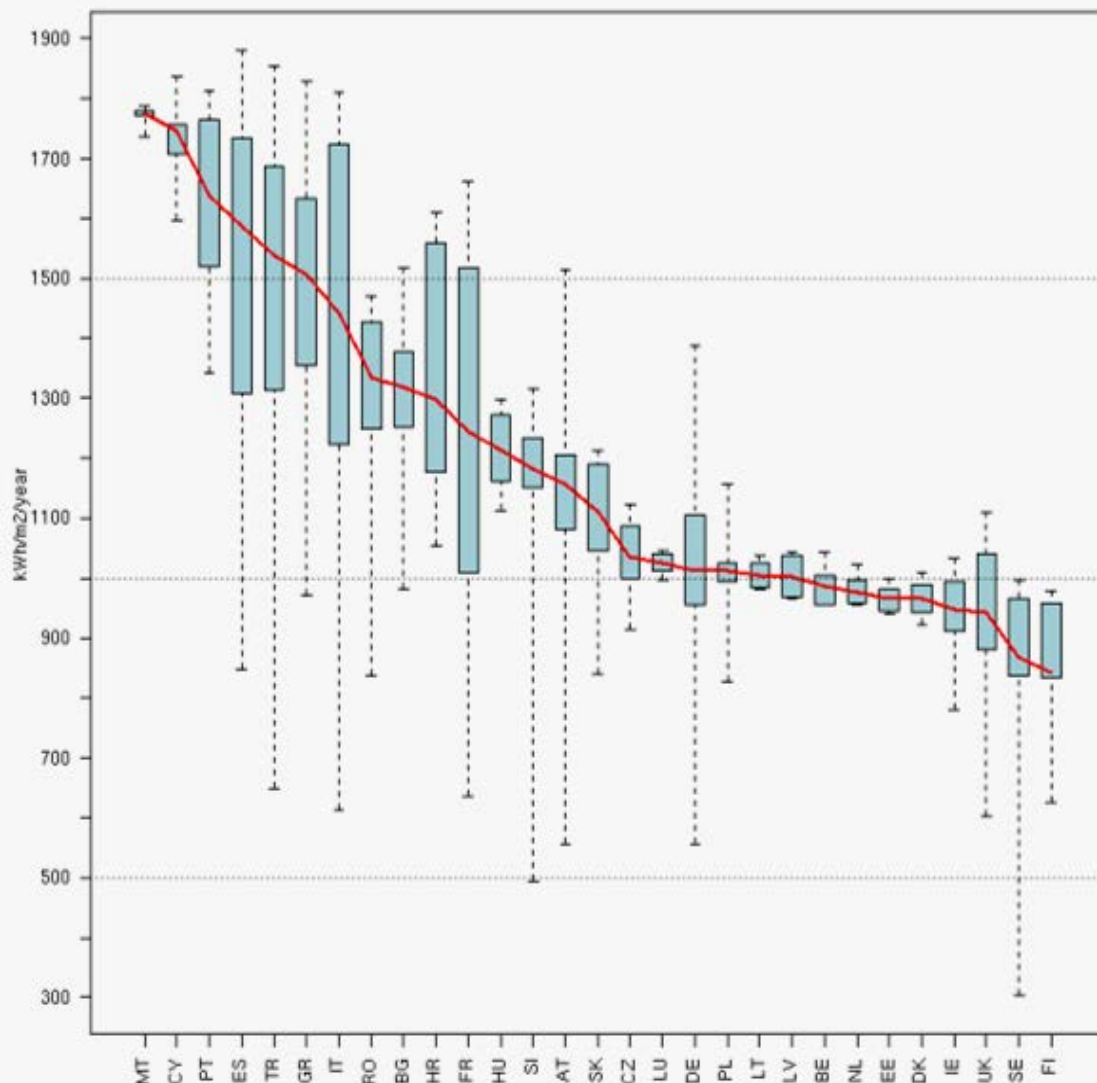


Zasoby energii słonecznej w Europie



Poziom bezchmurności w
Europie wg danych
pomiarowych bazy PVGIS



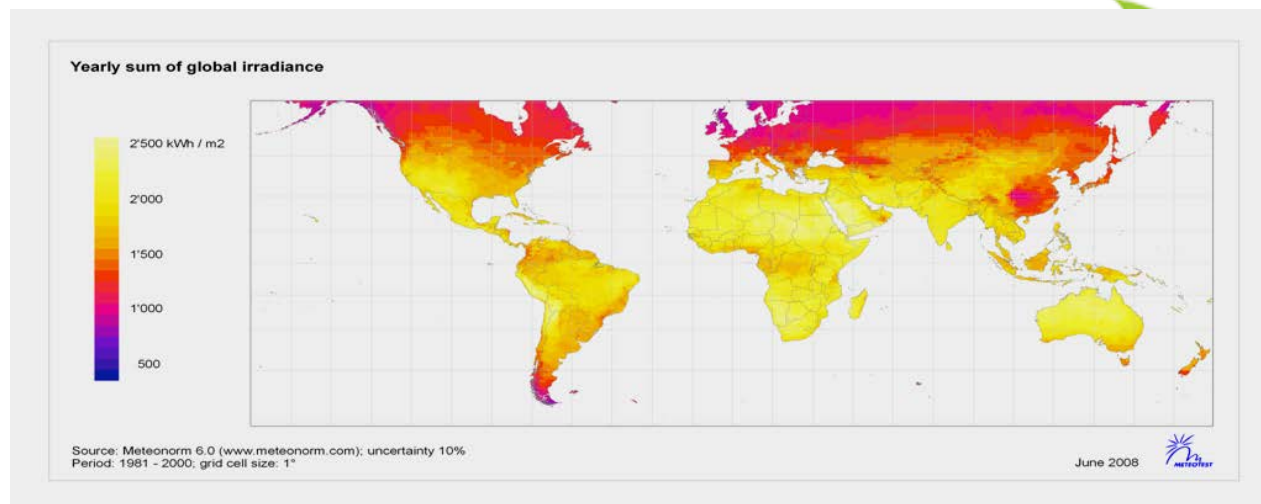


Ilość uzyskiwanej energii słonecznej rocznie w różnych krajach Europy (baza PVGIS)



Zasoby energii słonecznej na świecie

- Ilość energii słonecznej przypadającej rocznie na pow. 1 m² 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.



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, CO₂, organizmy żywe

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



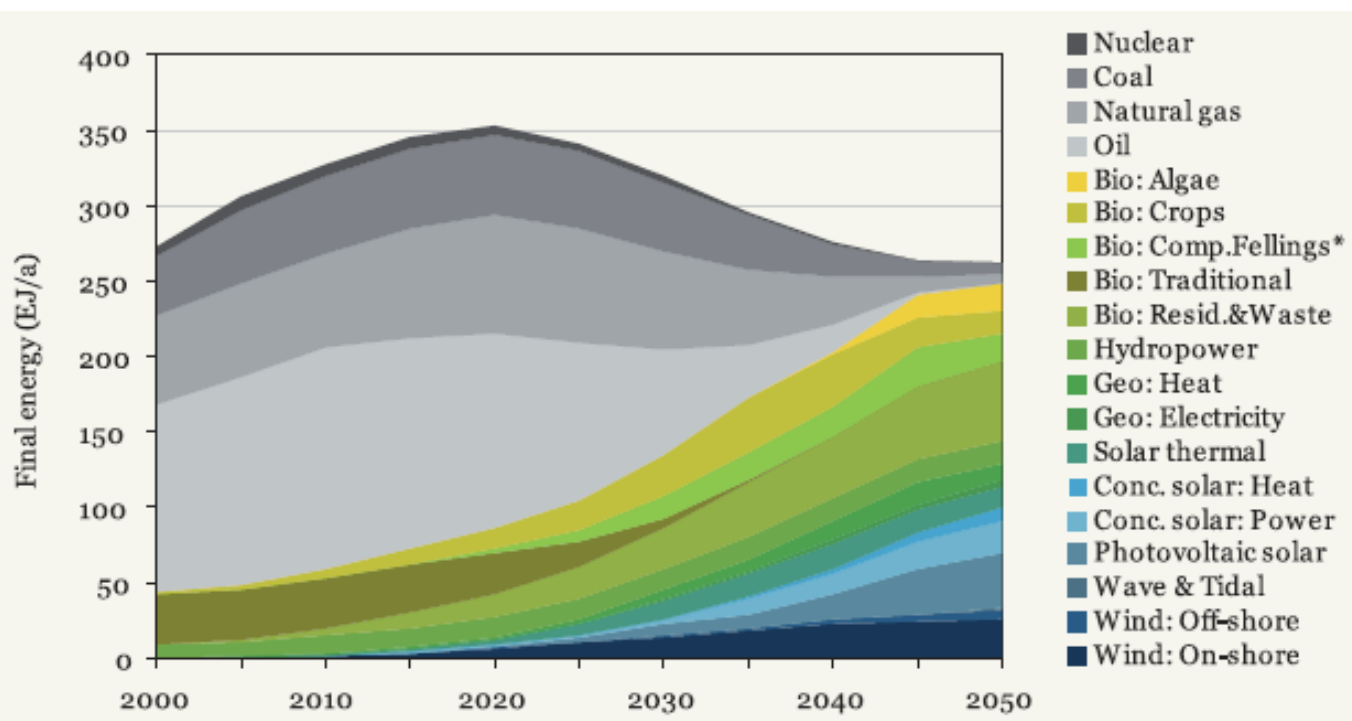
Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

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 ciepłe elektrownie słoneczne	Energia cieplna
	Ogniwa fotowoltaiczne i elektrownie słoneczne		Energia elektryczna	
		Fotoliza	Paliwa	
	Biomasa	Produkcja biomasy	Ogrzewanie i elektrownie ciepłe	Energia cieplna i elektryczna



Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

Prognoza rozwoju wykorzystania źródeł energii do roku 2050



Sposoby wykorzystania energii pochodzenia słonecznego

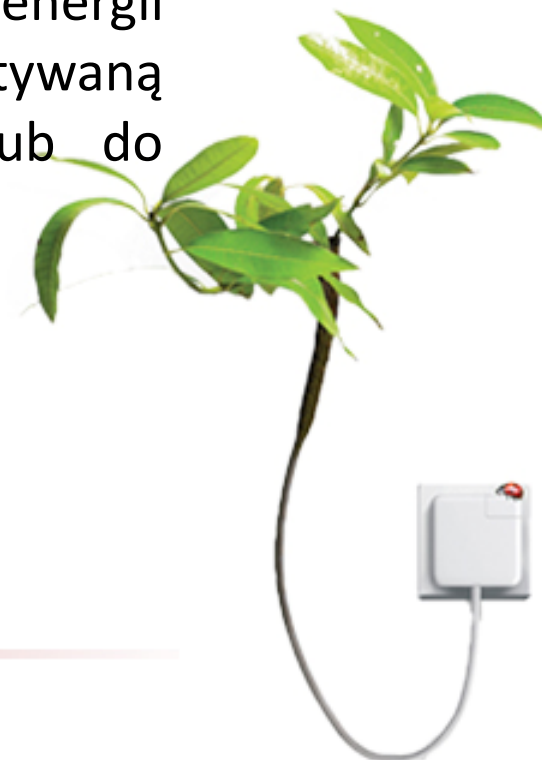
Dynamiczny rozwój fotowoltaiki

- 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.**



Termiczne kolektory słoneczne

Konwersja fototermiczna, zachodząca w kolektorach słonecznych, jest to zamiana energii słonecznej na energię ciepłą, wykorzystywaną do podgrzewania wody użytkowej i/lub do wspomagania centralnego ogrzewania.



Termiczne kolektory słoneczne

Kolektor słoneczny jest urządzeniem do konwersji energii promieniowania słonecznego na ciepło. Energia docierająca do kolektora zamieniana jest na energię cieplną nośnika ciepła, którym może być ciecz (glikol, woda) lub gaz (np. powietrze).



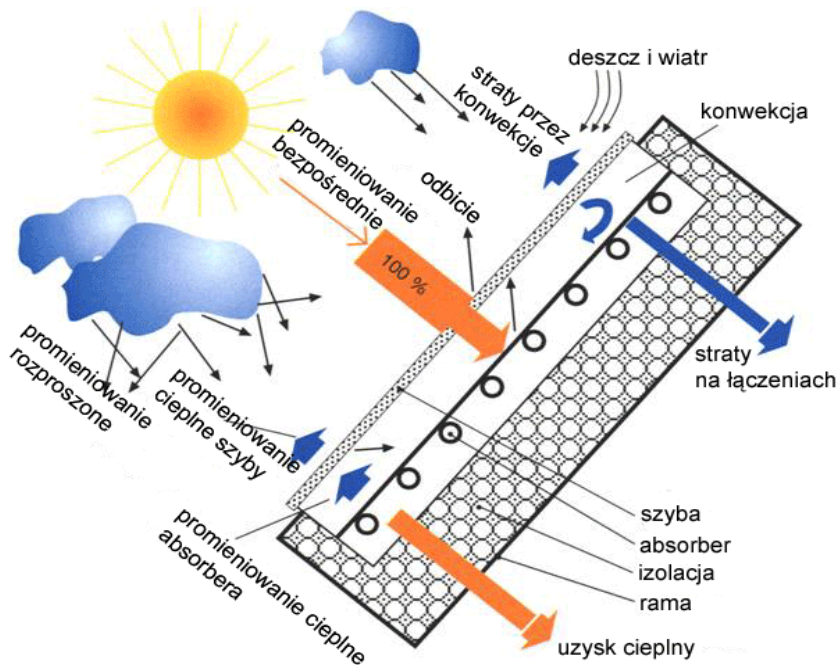
Termiczne kolektory słoneczne



- Zamiana ta może odbywać się sposobem pasywnym lub aktywnym.
- W przypadku konwersji pasywnej, przepływ nośnika ciepła odbywa się jedynie w drodze konwekcji naturalnej. W przypadku konwersji aktywnej (wymuszonej), używane są pompy zasilane z dodatkowych źródeł energii.



Termiczne kolektory słoneczne



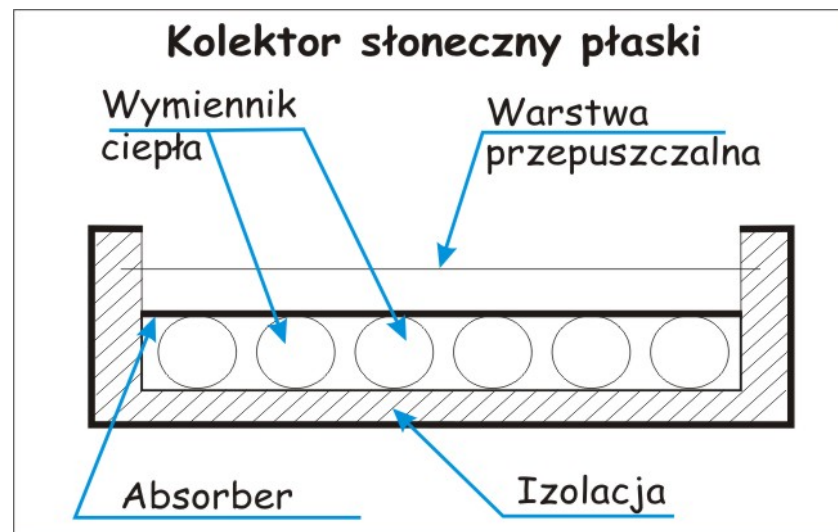
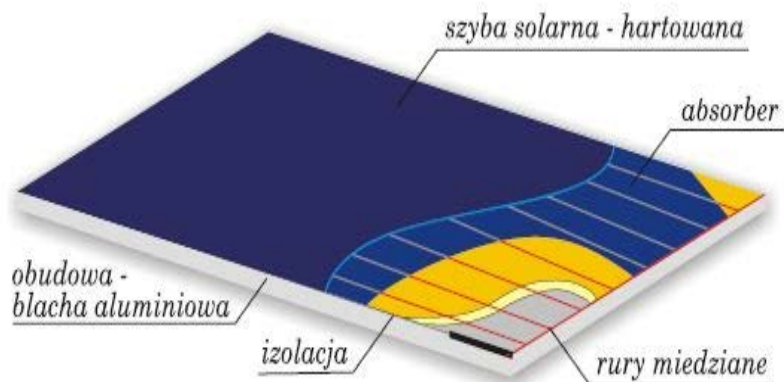
Podstawowe elementy kolektorów termicznych to:

- absorber podczerwieni
- termoizolacja
- przezroczyste pokrycie wierzchnie
- układ odbierający ciepło
- rama, mocowanie, przyłącza, osprzęt



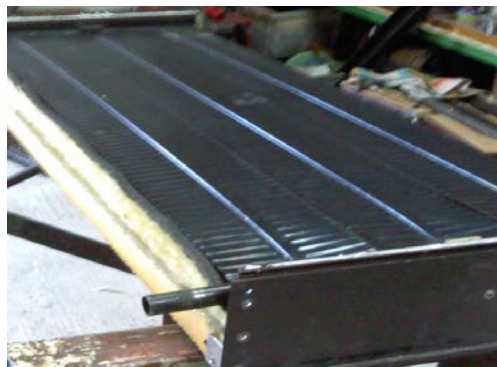
Termiczne kolektory słoneczne

Budowa kolektora płaskiego

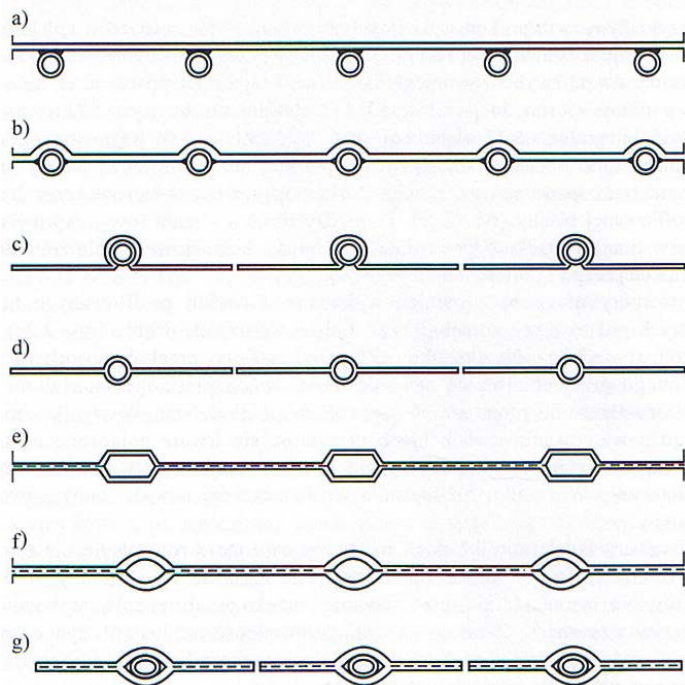


Termiczne kolektory słoneczne

Budowa kolektora płaskiego



Termiczne kolektory słoneczne

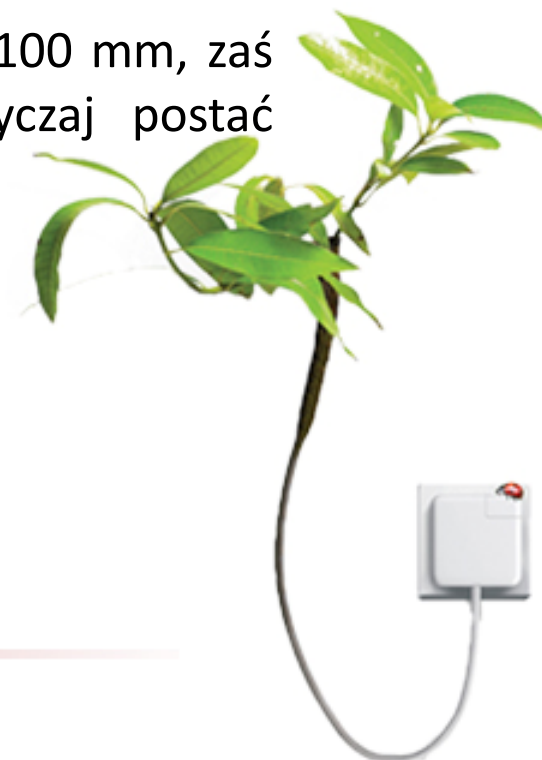


Przekroje absorberów kolektorów słonecznych. Kanały przepływowe czynnika roboczego są zazwyczaj równoległe do siebie. Mogą stanowić integralną część absorbera (Rys. d, e, f,) lub mieć postać rurek dołączonych do blachy (Rys. a, b, c, g). Najprostszym sposobem dołączenia rurek do płaskiej lub profilowanej blachy jest lutowanie bądź spawanie (Rys. a, b). Innym jest dołączenie rurek przez docisk (Rys. c).

Termiczne kolektory słoneczne

Kolektory, w których jako izolacja termiczna wykorzystywana jest próżnia, mają najczęściej kształt cylindryczny i noszą nazwę kolektorów próżniowych (tubowych, rurowych).

- Średnica zewnętrzna cylindra wynosi od ok. 30 do 100 mm, zaś długość od 1-2 m. Izolacja próżniowa ma zazwyczaj postać zamkniętego odcinka rury szklanej.



Termiczne kolektory słoneczne

- Ciśnienie panujące wewnątrz izolacji próżniowej nie powinno przekraczać 0,1 Pa .
- Kolektory próżniowe mogą mieć teoretycznie do 30% wyższą sprawność od kolektorów płaskich dzięki zdolności do absorbowania promieniowania rozproszonego i odbitego oraz z ograniczeniu strat ciepła
- Jest to szczególnie istotne w sezonie zimowym w krajach o klimacie umiarkowanym.



Termiczne kolektory słoneczne

Budowa kolektora próżniowego

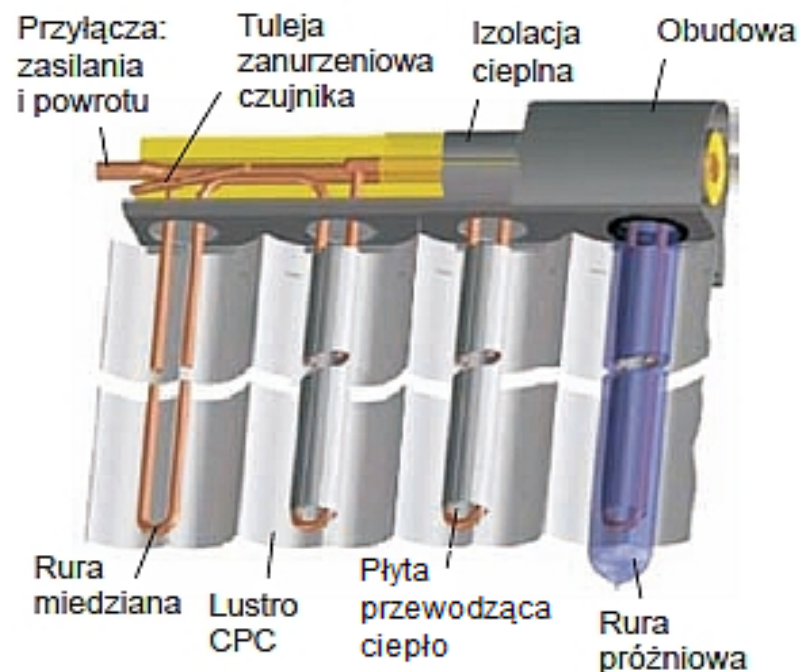
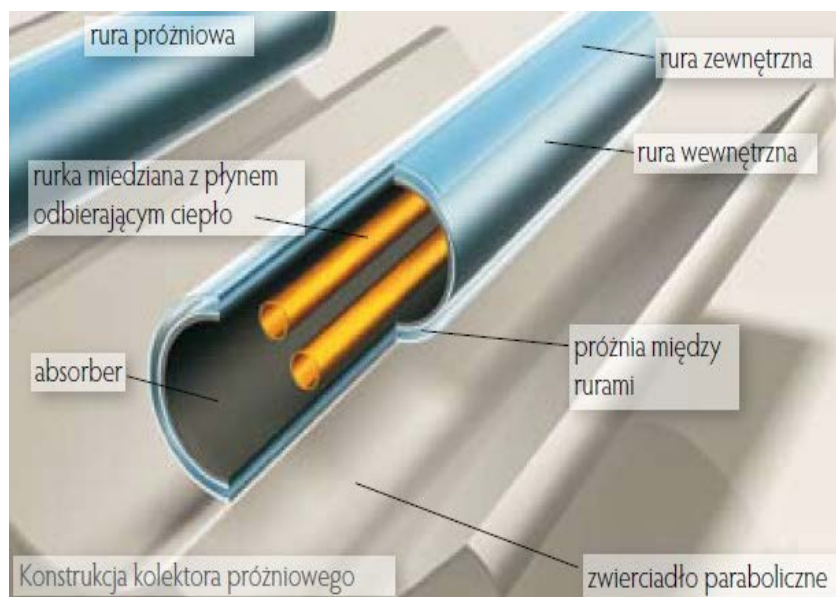
Rury próżniowe są mocowane szeregowo w izolowanej szynie zbiorczej, w której biegną rurki miedziane zbiorcze. Ogrzewanie płynu w rurach próżniowych może działać na dwa sposoby.

1) poprzez kanały przepływowe z czynnikiem grzewczym, które mają postać litery U w rurze próżniowej (ogrzewanie płynu następuje przy jego przepływie przez kanał)



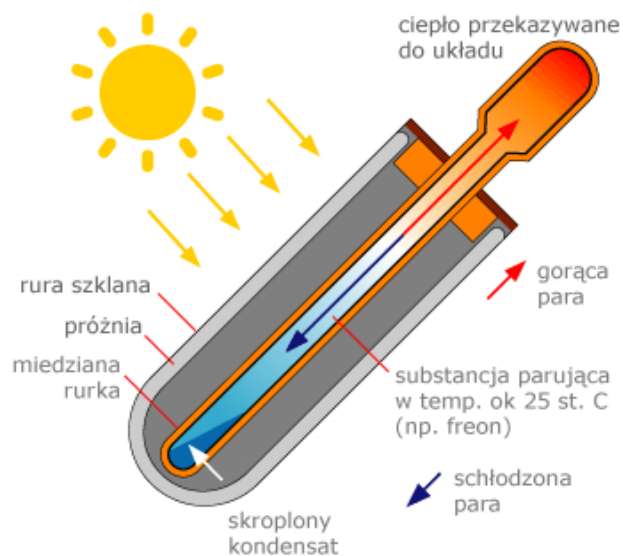
Termiczne kolektory słoneczne

Budowa kolektora próżniowego



Termiczne kolektory słoneczne

Poprzez zamkniętą pojedynczą rurę nazywaną także "rurką ciepła" i działającą na zasadzie kondensatora.



Źródło: <http://postcarbon.pl>, dostęp z dnia 20.12.2011 r.

Termiczne kolektory słoneczne

W rurkach ciepła znajduje się łatwo odparowująca ciecz (temperatura wrzenia ok. 25-30°C).

Przy ogrzewaniu rur przez słońce ciecz ta zaczyna parować

Powstała para konwekcyjnie przechodzi do końcówki rury (kondensatora), umiejscowionej w kanale zbiorczym, który jest wymiennikiem ciepła.

Poprzez kondensator ciepło oddawane jest do kanału głównego w szynie zbiorczej kolektora

Para w kondensatorze schładza się, zamienia w ciecz i spływa na dół do ponownego nagrzania.

Kolektory próżniowe z rurkami ciepła są bardziej efektywnym systemem od systemu przepływowego.



Termiczne kolektory słoneczne

Parametr	Kolektor płaski	Kolektor próżniowy
Izolacja	Wełna mineralna	Próżnia - chroni ciepło nagromadzone w kolektorze przed rozproszeniem
Warstwa absorpcyjna	Blacha miedziana lub aluminiowa pokryta warstwą selektywną	Warstwa metalu napyłana na wewnętrzną stronę rury próżniowej
Uzyski energii	Zdecydowanie lepszy w miesiącach „letnich” (kwiecień-wrzesień)	Dobra sprawność latem i zimą ze względu na wykorzystanie, w większym stopniu promieniowania rozproszonego - średnioroczny uzysk ciepła ok. 10-30 % wyższy niż dla kolektorów płaskich.



Termiczne kolektory słoneczne

Parametr	Kolektor płaski	Kolektor próżniowy
Zalety i wady	Systemy „otwarte”, hydraulika w kolektorze, prosta budowa i system montażu, niższa cena	Wyższe temperatury czynnika roboczego, duże obciążenie termiczne, konieczność zachowania szczelności, wyższa cena
Zastosowanie	Fasady, dachy domów jednorodzinnych, konstrukcje wolnostojące	Dachy domów jednorodzinnych, konstrukcje wolnostojące



Termiczne kolektory słoneczne

Sprawność kolektora zależy od szeregu czynników m. in. od jego konstrukcji, strumienia masy czynnika roboczego, natężenia promieniowania słonecznego, temperatury otaczającego powietrza.

Są to czynniki zarówno związane z kolektorem, jak i czynniki związane z warunkami pracy. W związku z zależnością sprawności kolektora od tak wielu czynników podanie jednej jej wartości nie jest praktycznym rozwiązaniem.



Termiczne kolektory słoneczne

W związku z tym, parametrami opisującymi funkcjonowanie kolektora są:

$F_R(\tau\alpha)_{e,n}$ - parametr opisujący absorpcję promieniowania słonecznego w kolektorze

$$F_R(\tau\alpha)_{e,n} = \eta + \frac{F_R U_L (T_i - T_\infty)}{I_\beta}$$



$F_R U_L$ - parametr strat ciepła z kolektora.

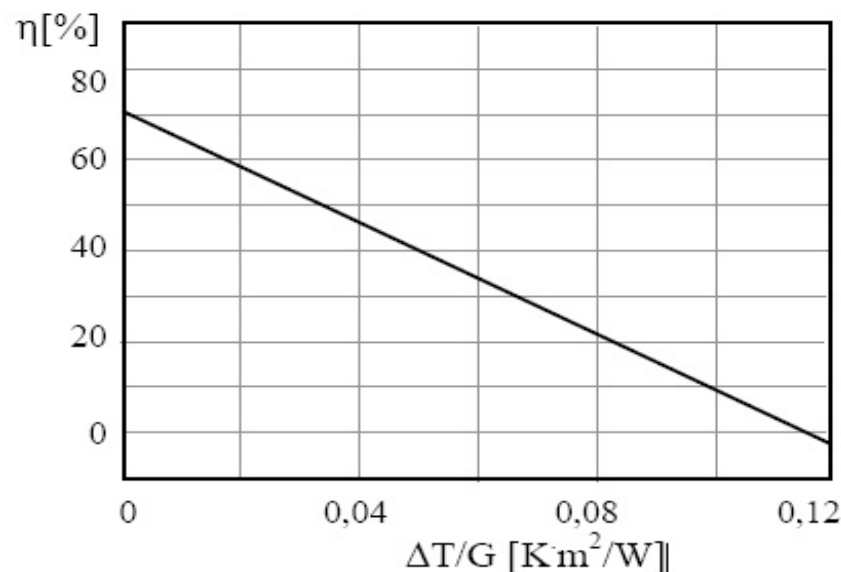
$$F_R U_L = \frac{I_\beta * (F_R(\tau\alpha)_{e,n} - \eta)}{T_i - T_\infty}$$



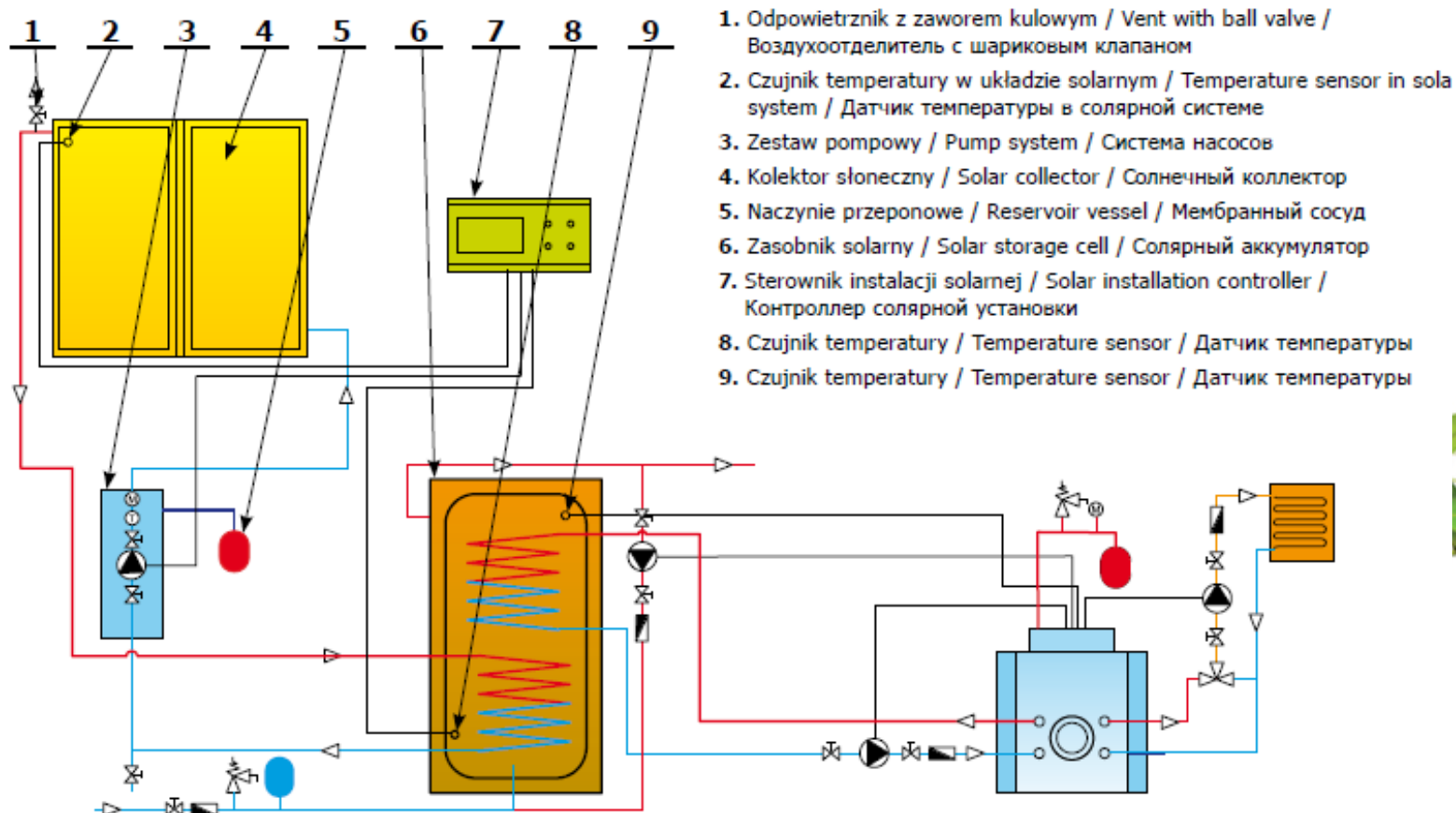
Termiczne kolektory słoneczne

Do opisu parametrów technicznych podaje się najczęściej sprawność kolektora jako stosunek energii odebranej przez czynnik roboczy do ilości promieniowania docierającego do kolektora. Sprawność kolektora płaskiego najczęściej spada wraz ze wzrostem różnicy temperatur pomiędzy czynnikiem roboczym a otoczeniem.

Wykres pokazuje typową zależność pomiędzy zredukowaną różnicą temperatur (różnica średniej temperatury czynnika i temperatury otoczenia podzielona przez gęstość promieniowania słonecznego) a sprawnością kolektora płaskiego.



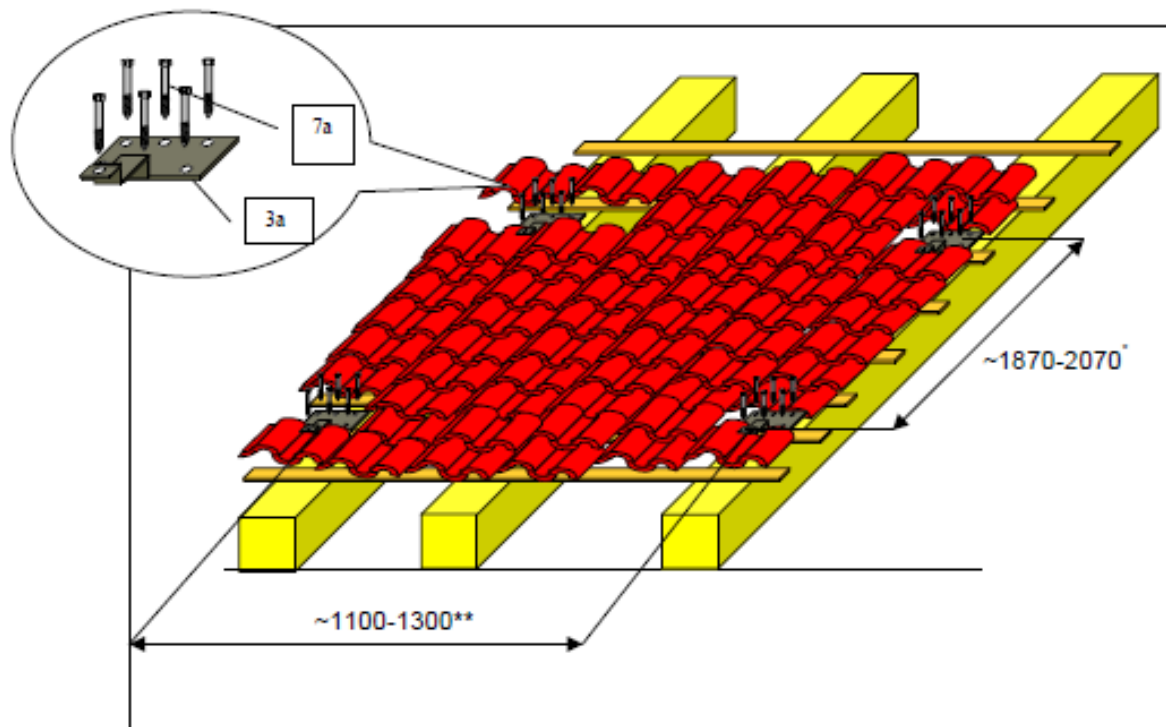
Schemat przykładowej instalacji kolektorów termicznych



Rys: ERGOM



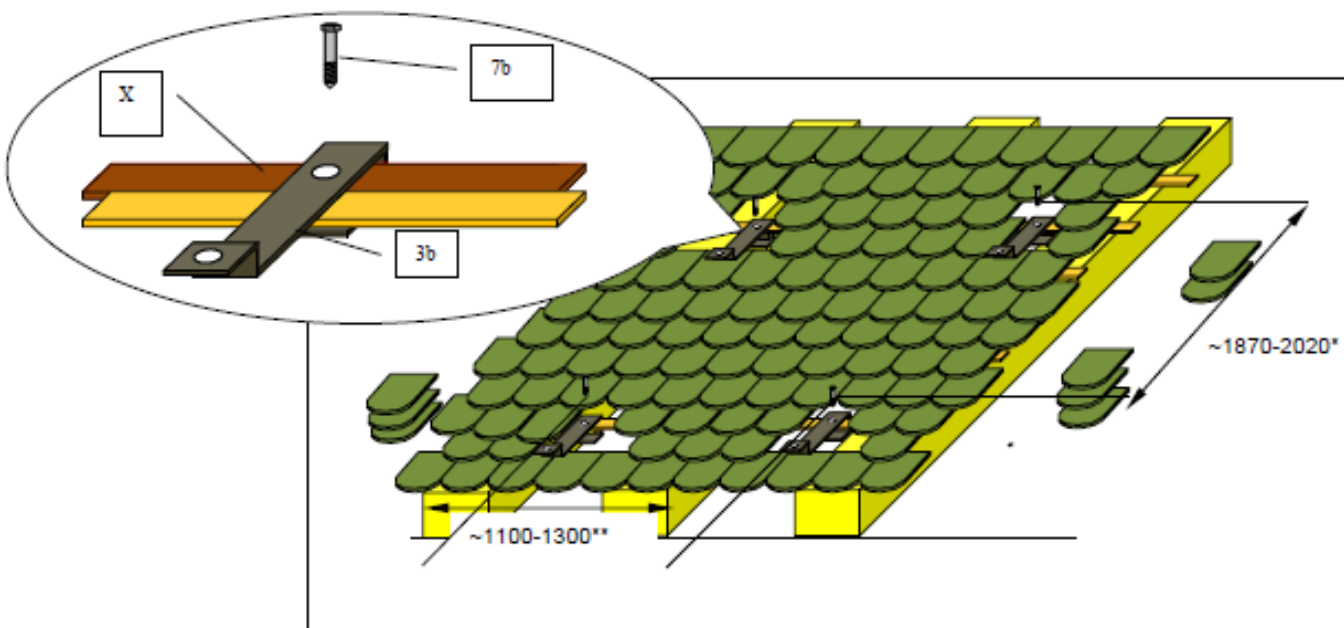
Systemy montażowe kolektorów termicznych



Rys: Aparel



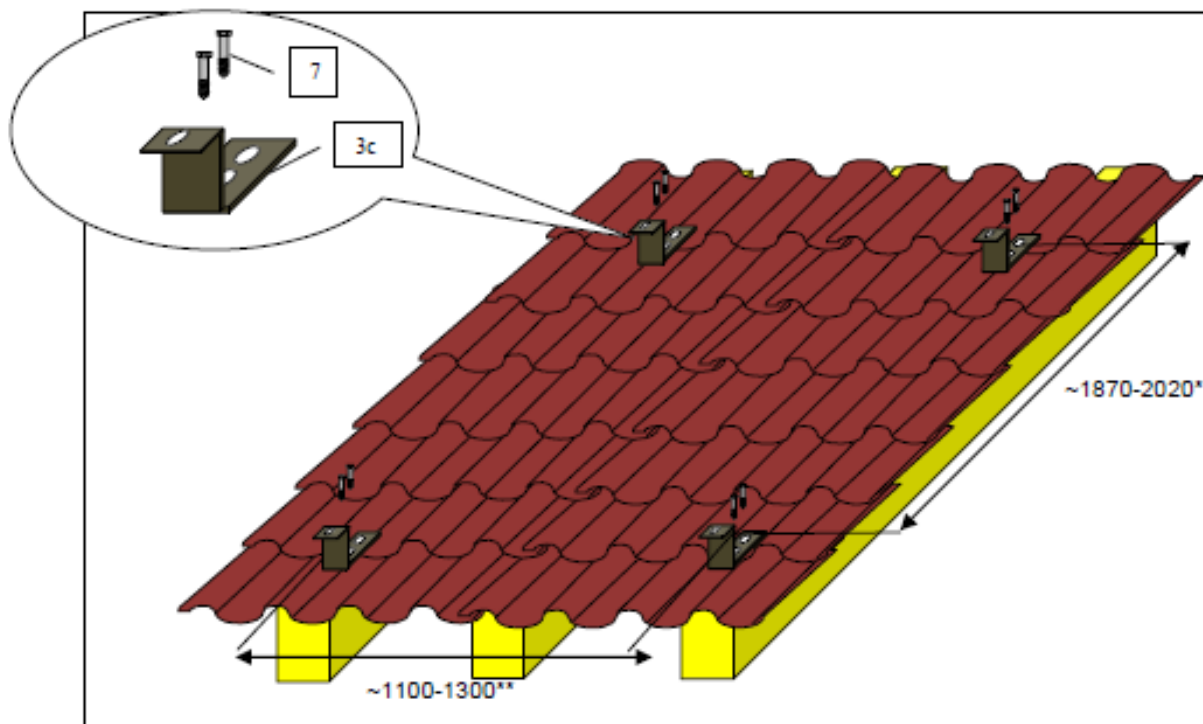
Systemy montażowe kolektorów termicznych



Rys: Apanel



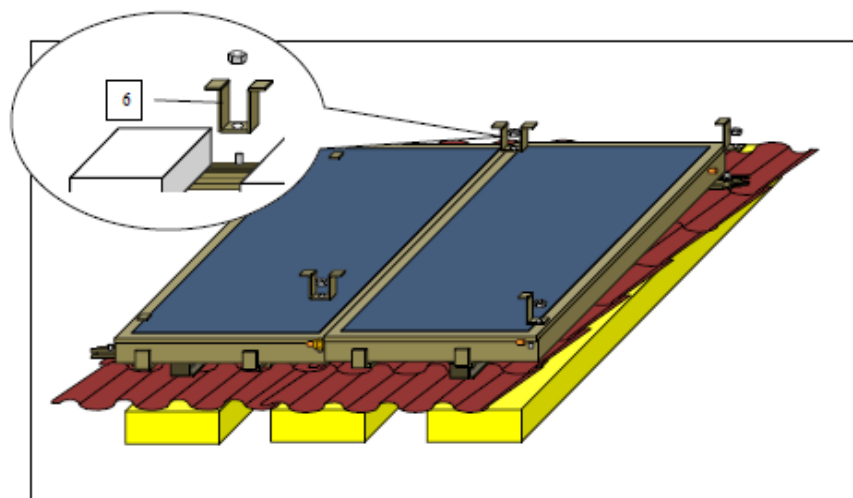
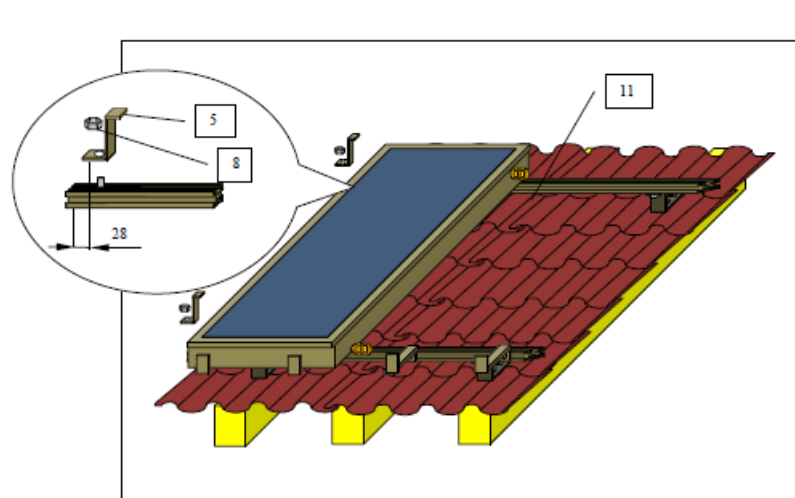
Systemy montażowe kolektorów termicznych



Rys: Aparel



Systemy montażowe kolektorów termicznych – montaż instalacji



Rys: Aparel



Fotowoltaika

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



Fotowoltaika

Konwersja fotowoltaiczna - definicja

*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

W wyniku wykorzystania fotowoltaiki nie są powstają zanieczyszczenia, substancje odpadowe, ani hałas.



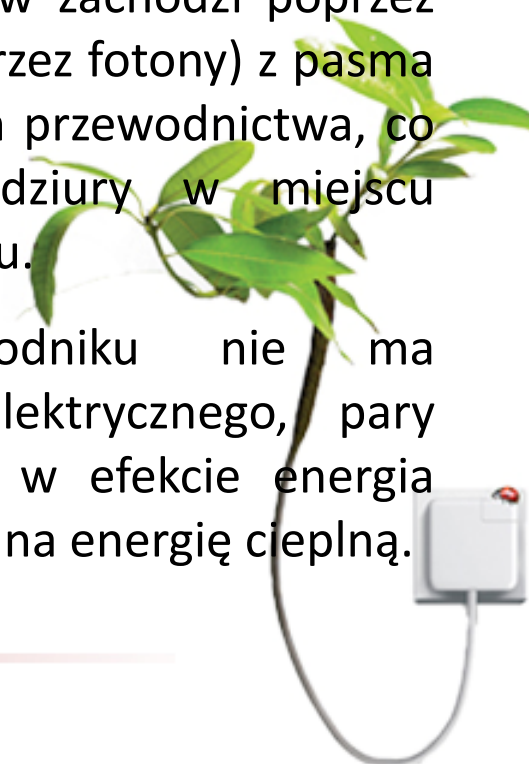
Fotowoltaika



•W półprzewodniku, na skutek absorpcji fal elektromagnetycznych o energiach większych niż przerwa energetyczna generowane są pary dziura-elektron.

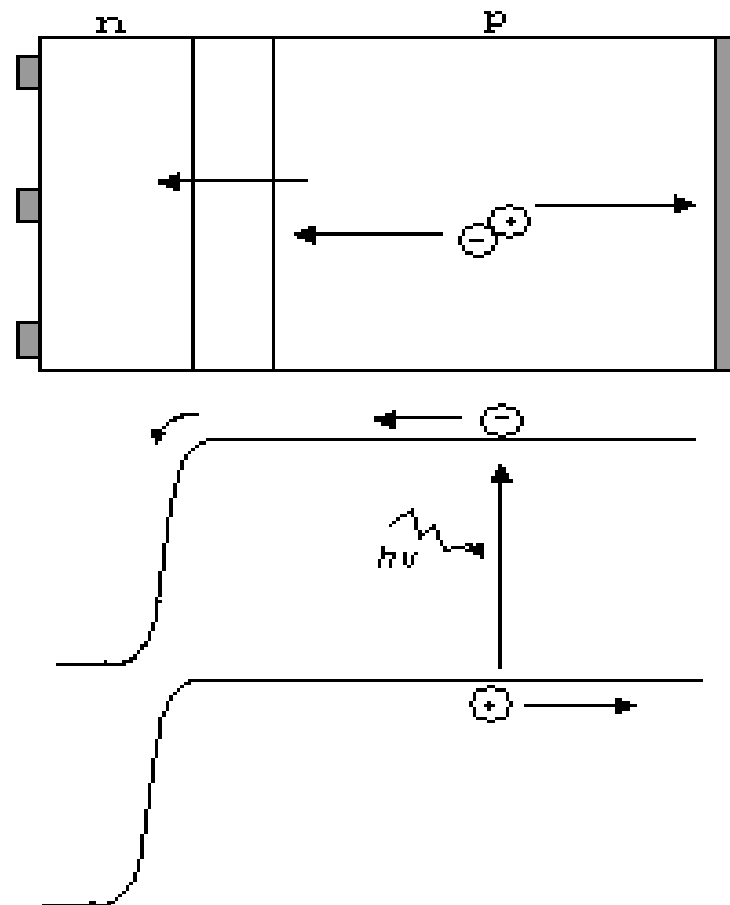
• Generacja par nośników zachodzi poprzez wybijanie elektronów (przez fotony) z pasma walencyjnego na poziom przewodnictwa, co powoduje powstanie dziury w miejscu wybitego z sieci elektronu.

•Jeżeli w półprzewodniku nie ma wewnętrznego pola elektrycznego, pary rekombinują ze sobą i w efekcie energia fotonów zamieniana jest na energię ciepłą.



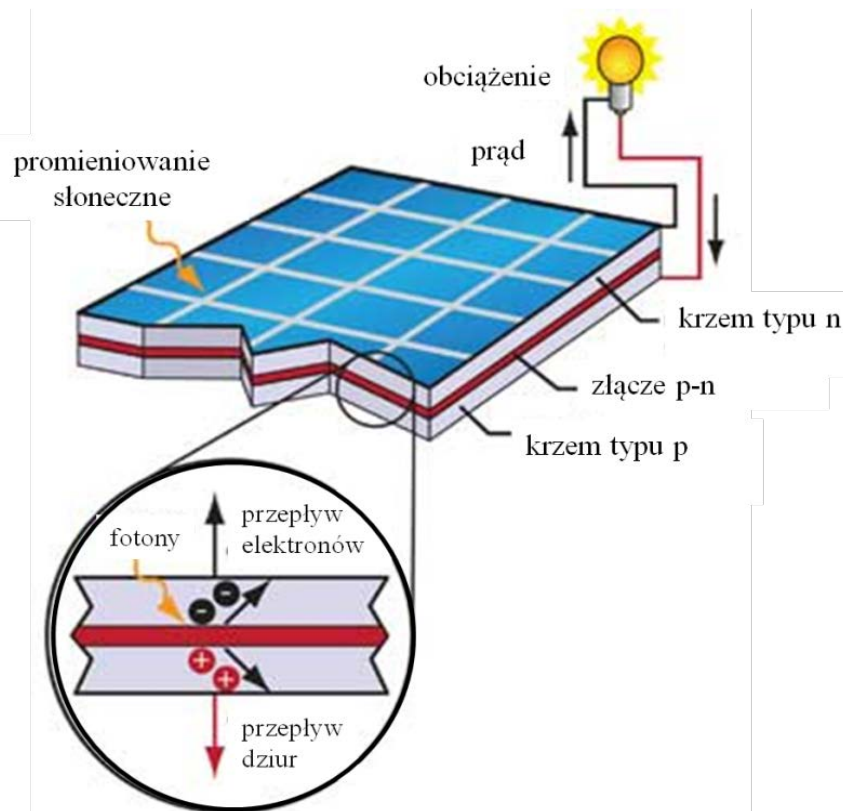
Fotowoltaika

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).





Fotowoltaika



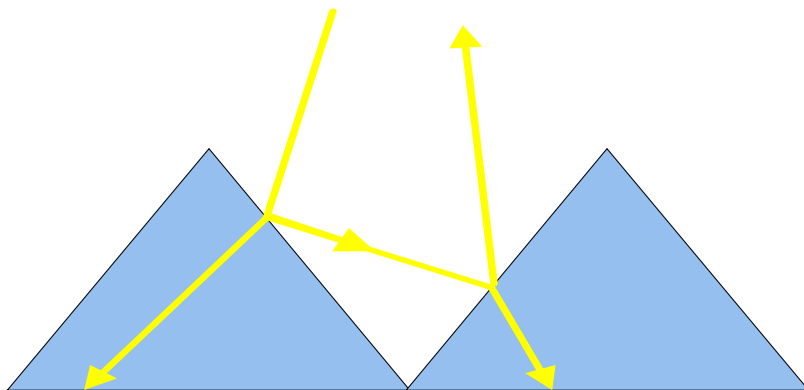
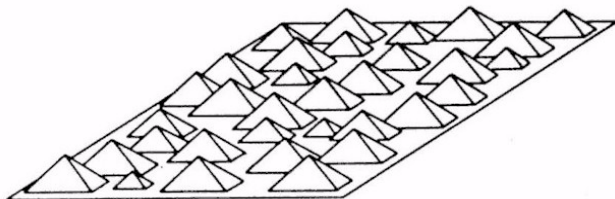
Przekrój typowego, krzemowego ogniwa słonecznego, oraz zasada jego działania wraz z przepływem nośników ładunku elektrycznego – elektronów i dziur.

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

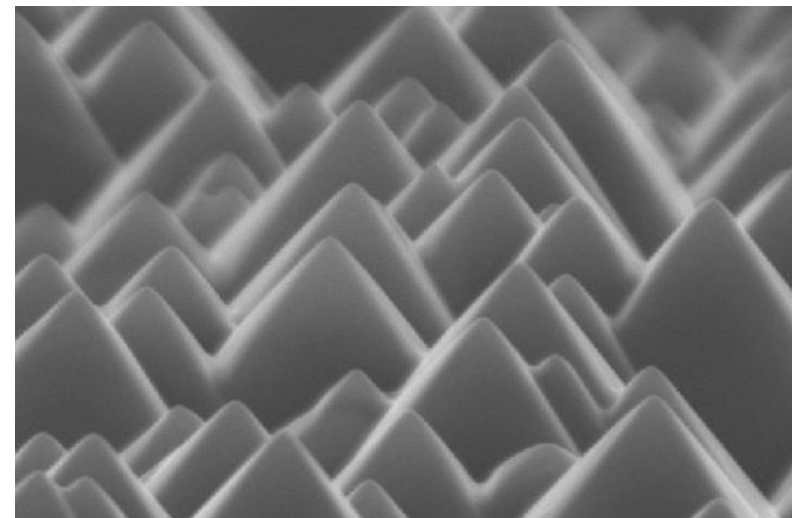


Fotowoltaika

Zasada pasywacji i teksturyzacji powierzchni

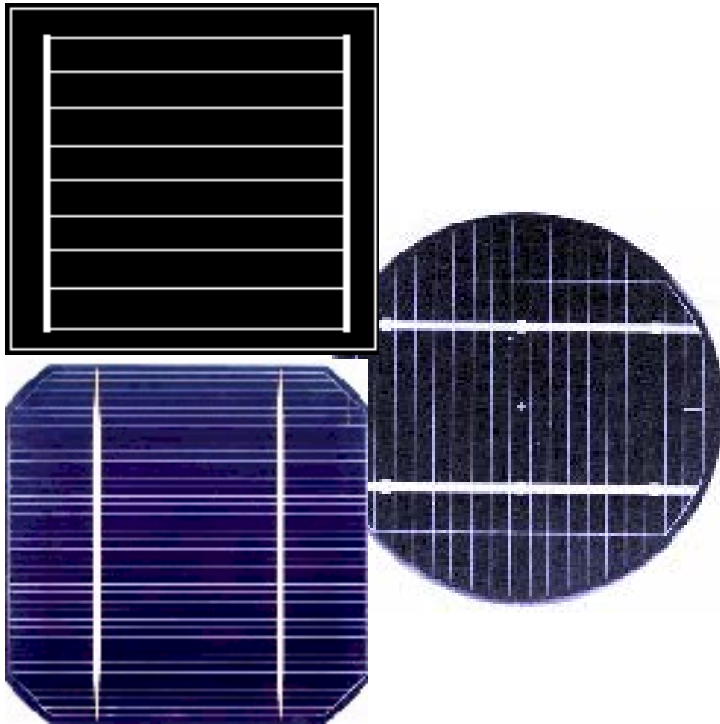


**Zasada działania powierzchni typu
*random pyramids***



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

Fotowoltaika



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

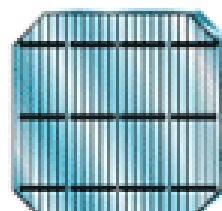
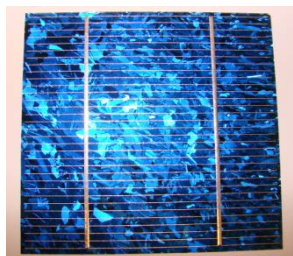
Kontakty tylne - lusto dla
niskoenergetycznych
fotonów, omowy
charakter -
domieszkowanie przez
wyrzewanie



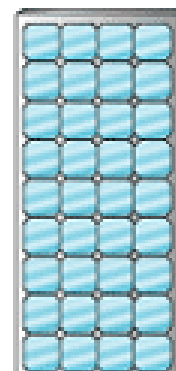
Fotowoltaika

Rodzaje modułów PV

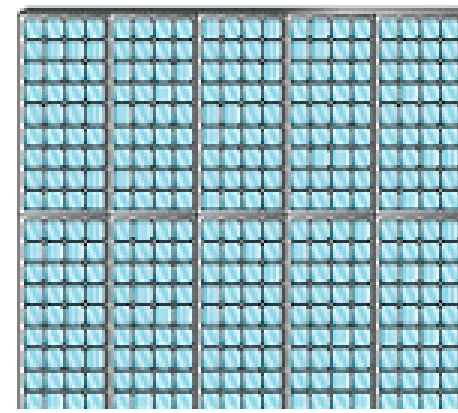
- Krzem monokrystaliczny
 - wysokie koszty produkcji
 - wysoka sprawność
 - wymagana gruba warstwa
- Krzem polikrystaliczny
 - niższe koszty produkcji
 - dobra sprawność
 - cienkie warstwy



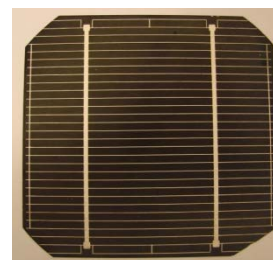
Ogniwo



Moduł



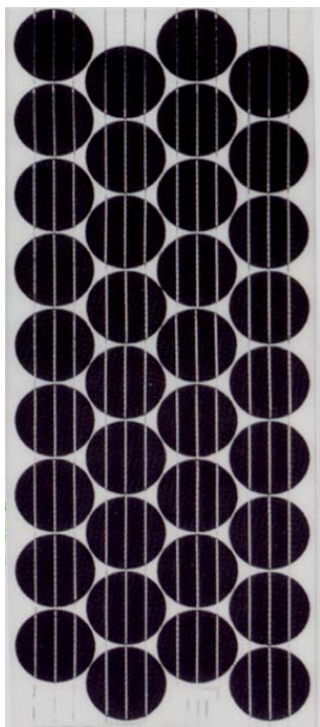
Panel



Fotowoltaika

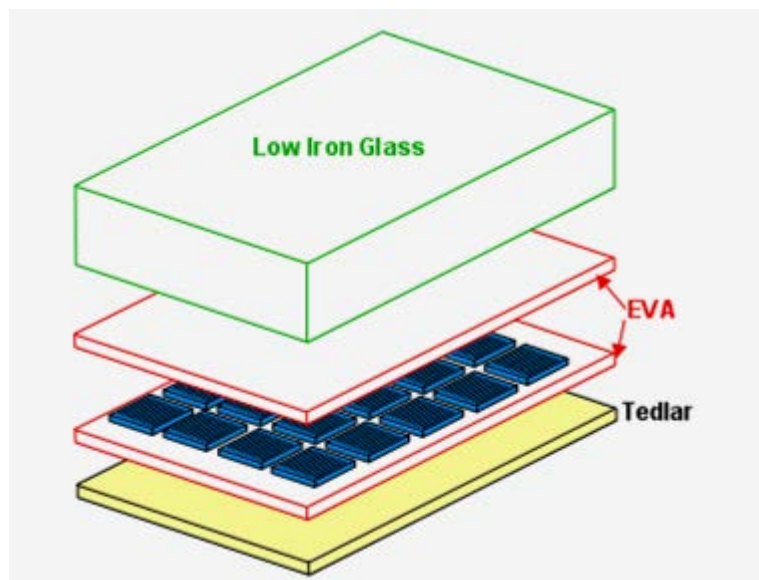
Pojedyncze ogniwa słoneczne łączy się w większe moduły.
Do podstawowych zadań modułu PV należy:

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



Fotowoltaika

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



Krótką historia fotowoltaiki

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



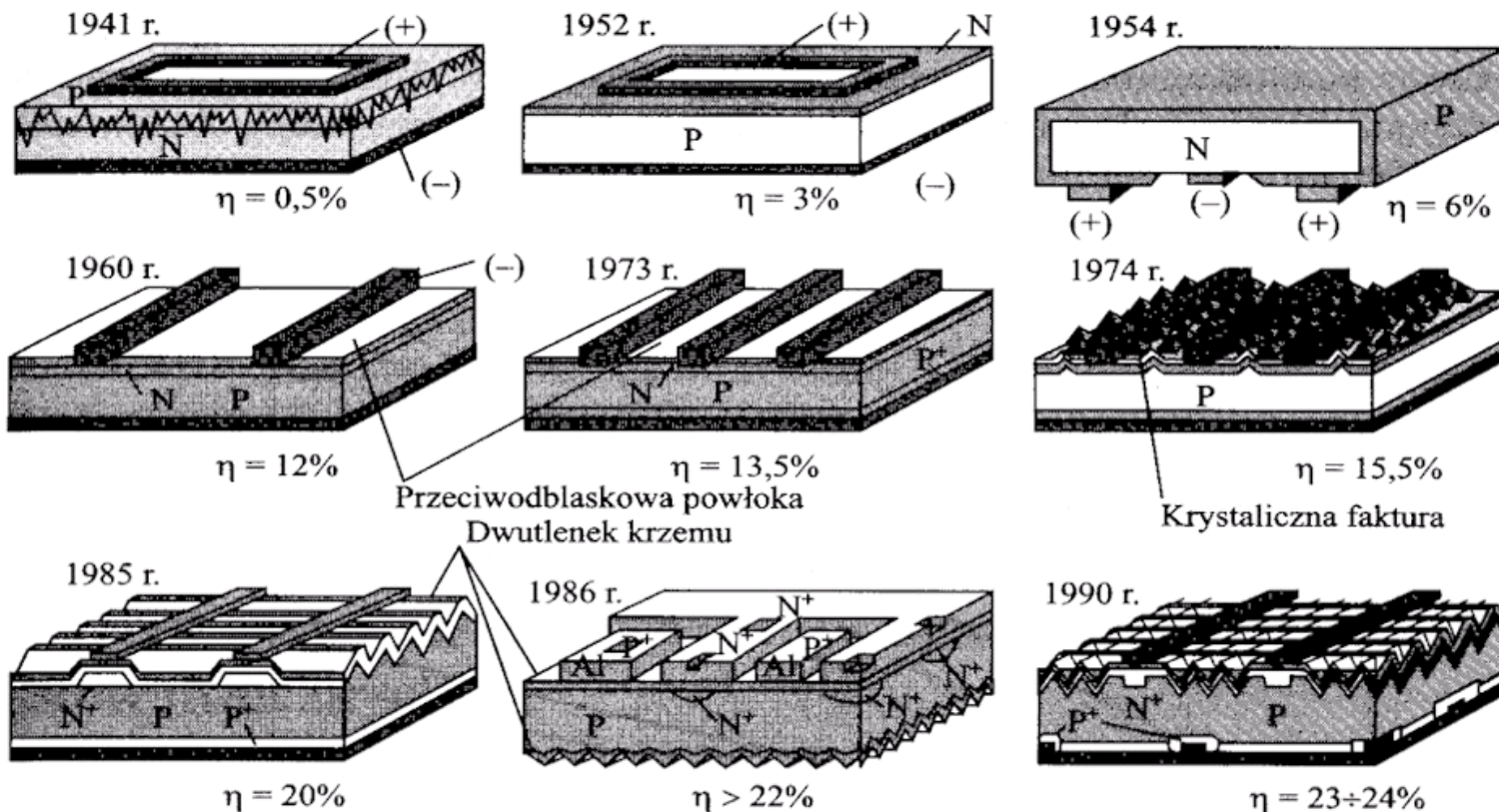
1954 - pierwsze ogniwo półprzewodnikowe, monokrystaliczne (Si CdS) o sprawności 6% -era zastosowań kosmicznych



1975 - pierwsze zastosowania komercyjne (kryzys paliwowy)

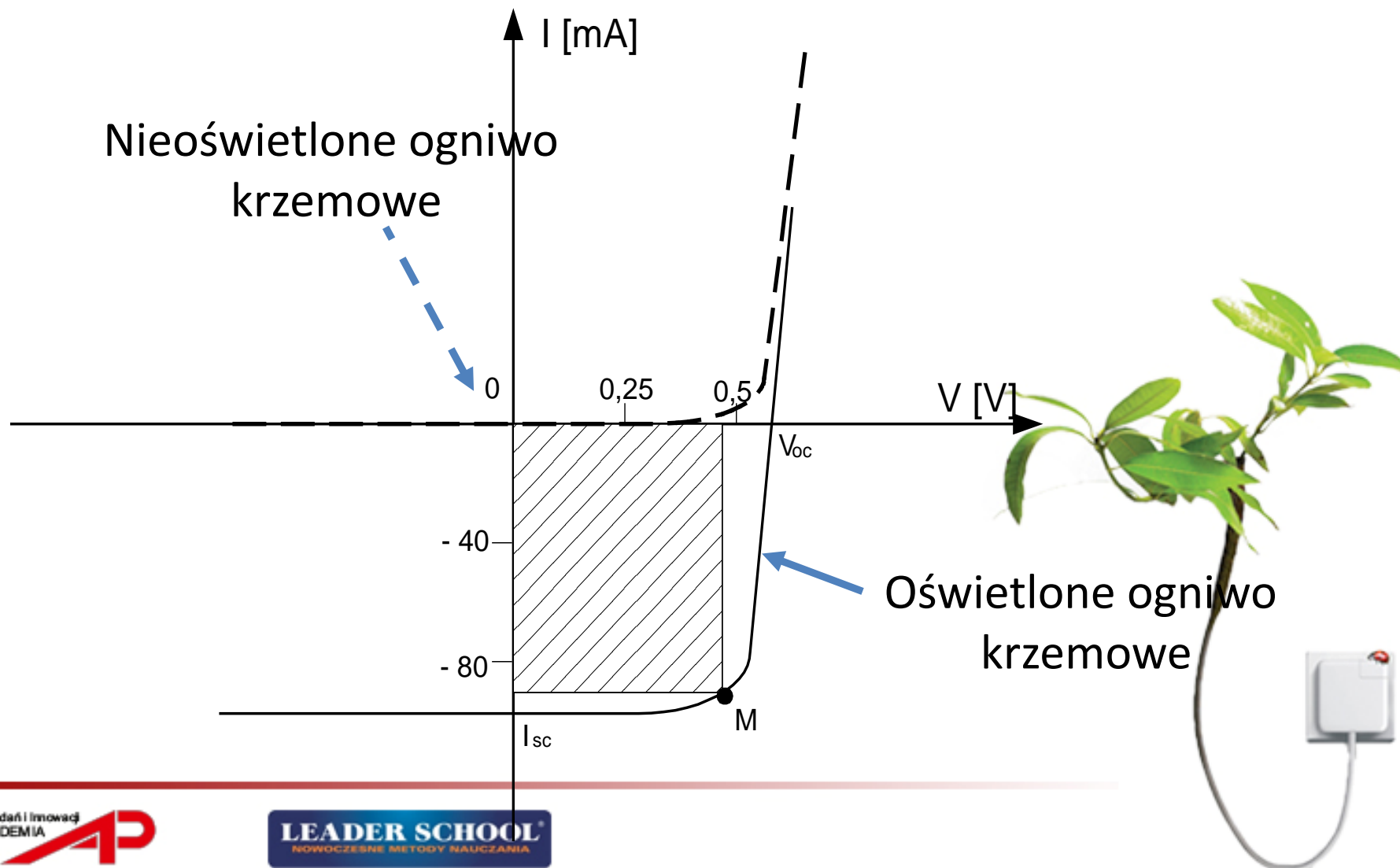


Ewolucja budowy i parametrów krzemowych ogniw słonecznych



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

Działanie ogniwa słonecznego – charakterystyka I-V



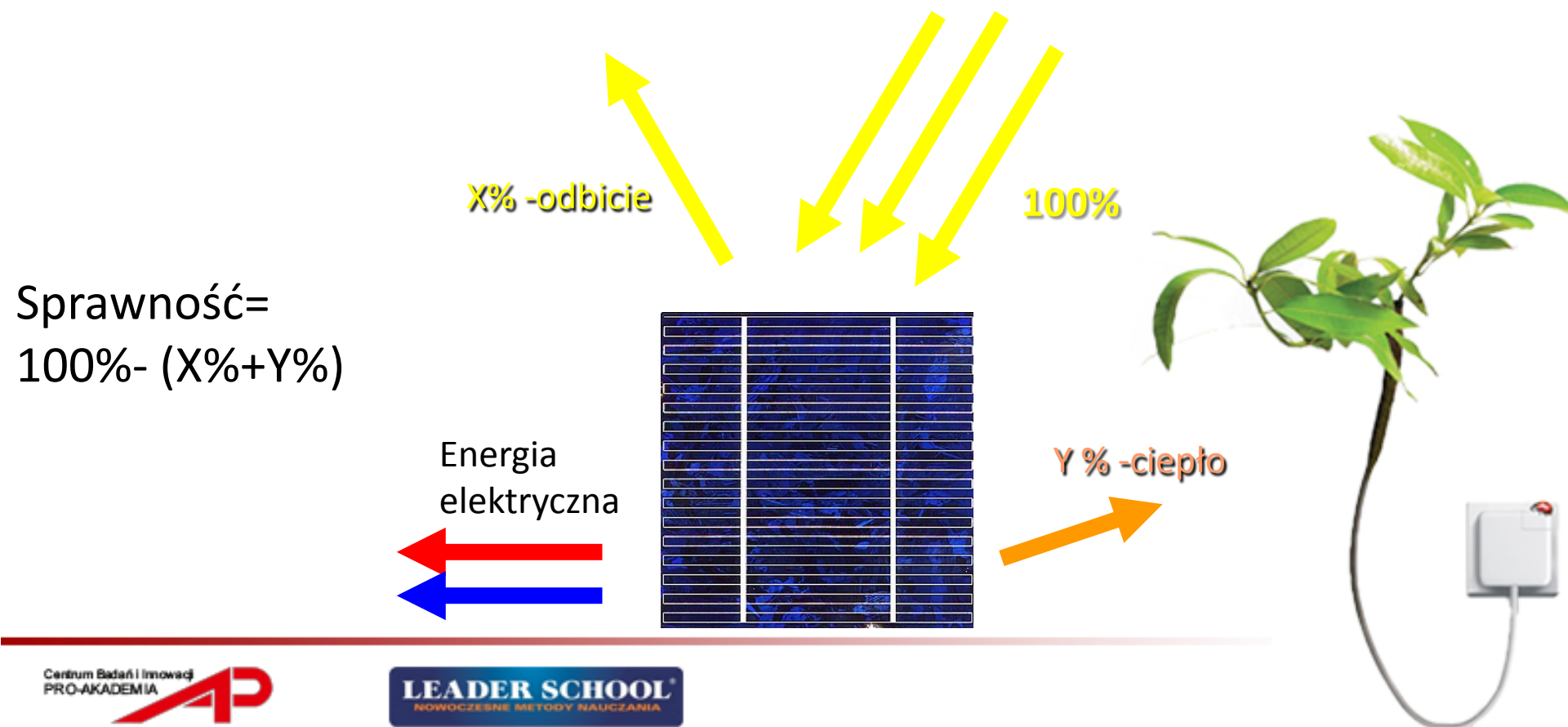


- Na wykresie widoczne jest przesunięcie charakterystyki do czwartej ćwiartki układu współrzędnych pod wpływem oświetlenia i optycznej generacji par dziura-elektron,
- Charakterystyka ta pozwala na zdefiniowanie podstawowych parametrów ogniwa. Miejsca przecięcia tej charakterystyki z osią rzędną i osią 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.



Konstrukcja ogniw słonecznych - parametry

Sprawność ogniw słonecznych



Działanie ogniwa słonecznego – parametry

Sprawność ogniwa słonecznego

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

Gdzie:

A_a- pow aktywna ogniwa

A_t –pow całkowita ogniwa

E_e – ilość mocy dostarczanej przez energię światła



Wytwarzanie ogniw słonecznych

Procesy laboratoryjne, stosowane w technologii półprzewodnikowych przyrządów elektronicznych

Wytwarzanie w specjalnych laboratoriach o podwyższonym standardzie czystości (laboratoria clean-room).

Automatyzacja na poziomie produkcji ogniw i gotowych modułów.



Fot: BP Solar

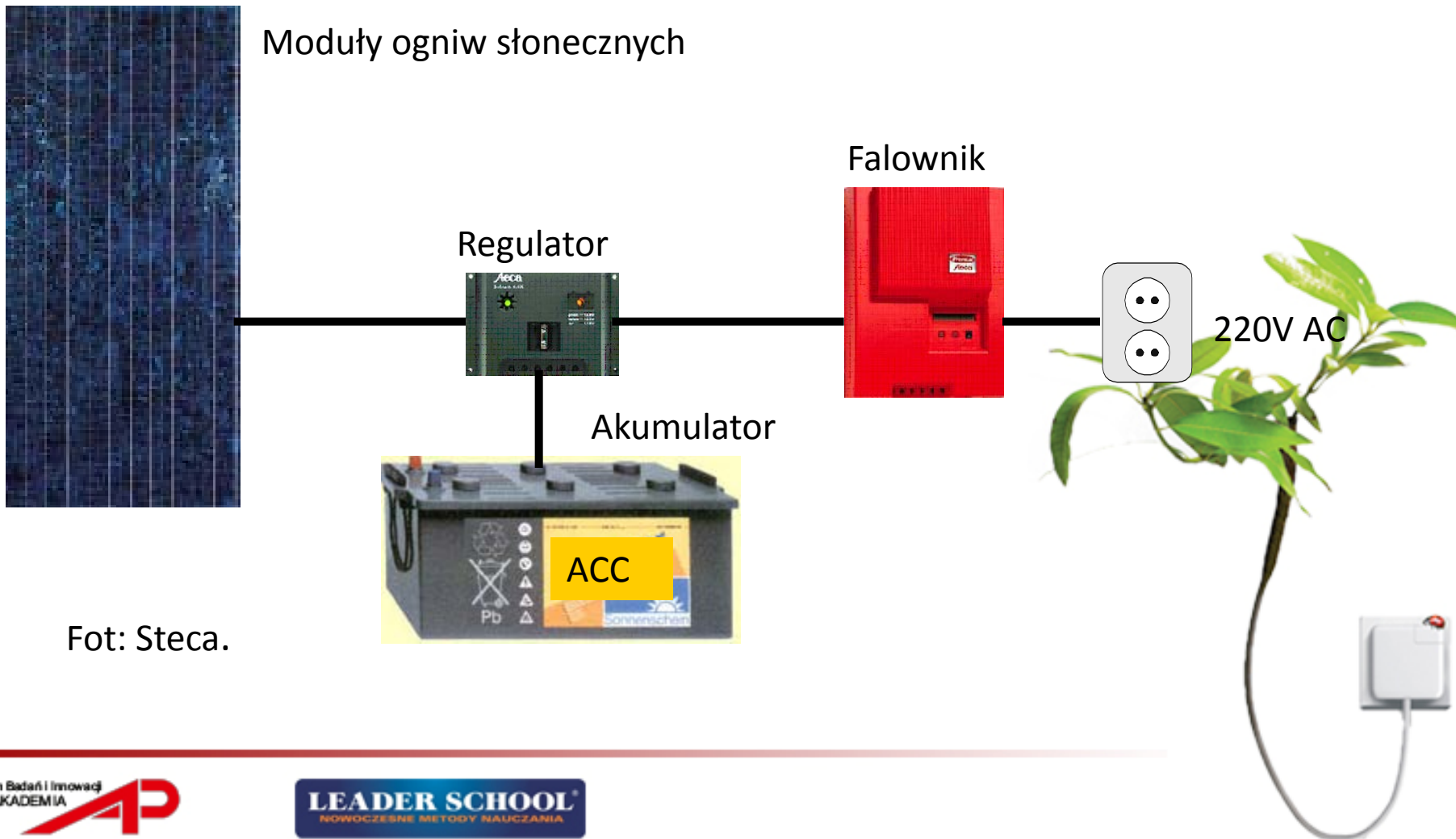
Typowe konstrukcje modułów- przykłady montażu



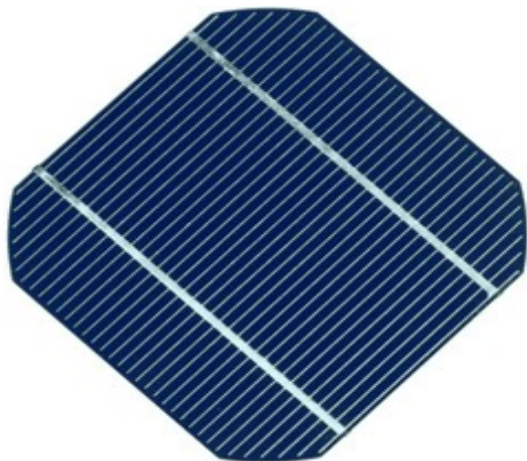
Fot: Kyocera.



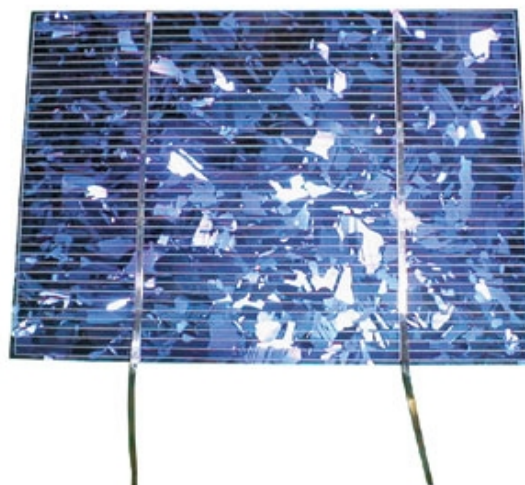
Kompletna instalacja fotowoltaiczna (wariant off-grid)



Różne typy ogniw słonecznych



Ogniwo fotowoltaiczne z krzemu monokrystalicznego



Ogniwo fotowoltaiczne z krzemu polikrystalicznego



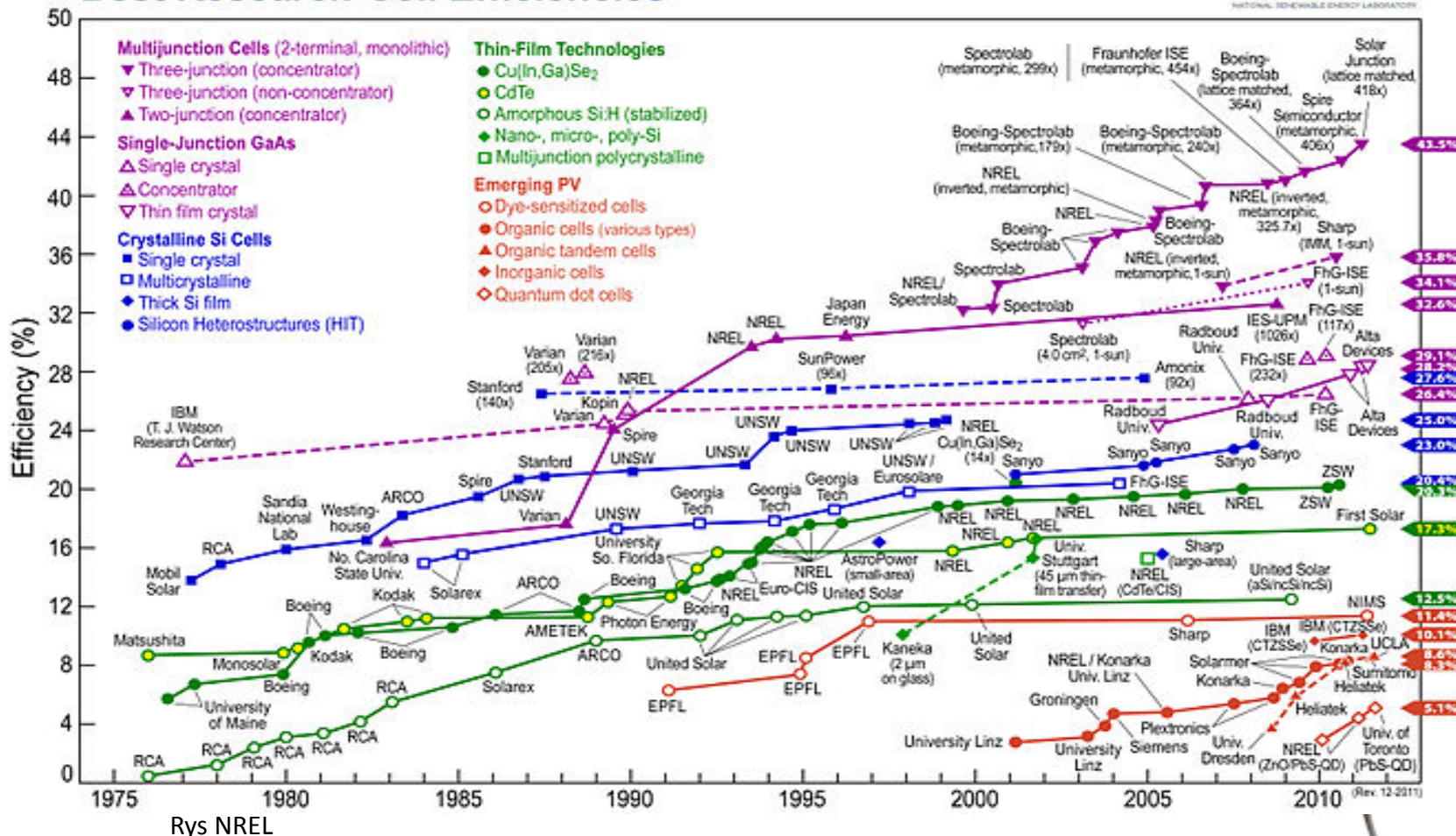
Ogniwo fotowoltaiczne z krzemu amorficznego

- Ogniwa fotowoltaiczne ze związków półprzewodnikowych:
 - a) CdTe (tellurek kadmu), b) CIS (selenek indowo-miedziowy - CIS), c) GaAs (arsenek galu) , d) InP (fosforek indu)
- Ogniwa organiczne

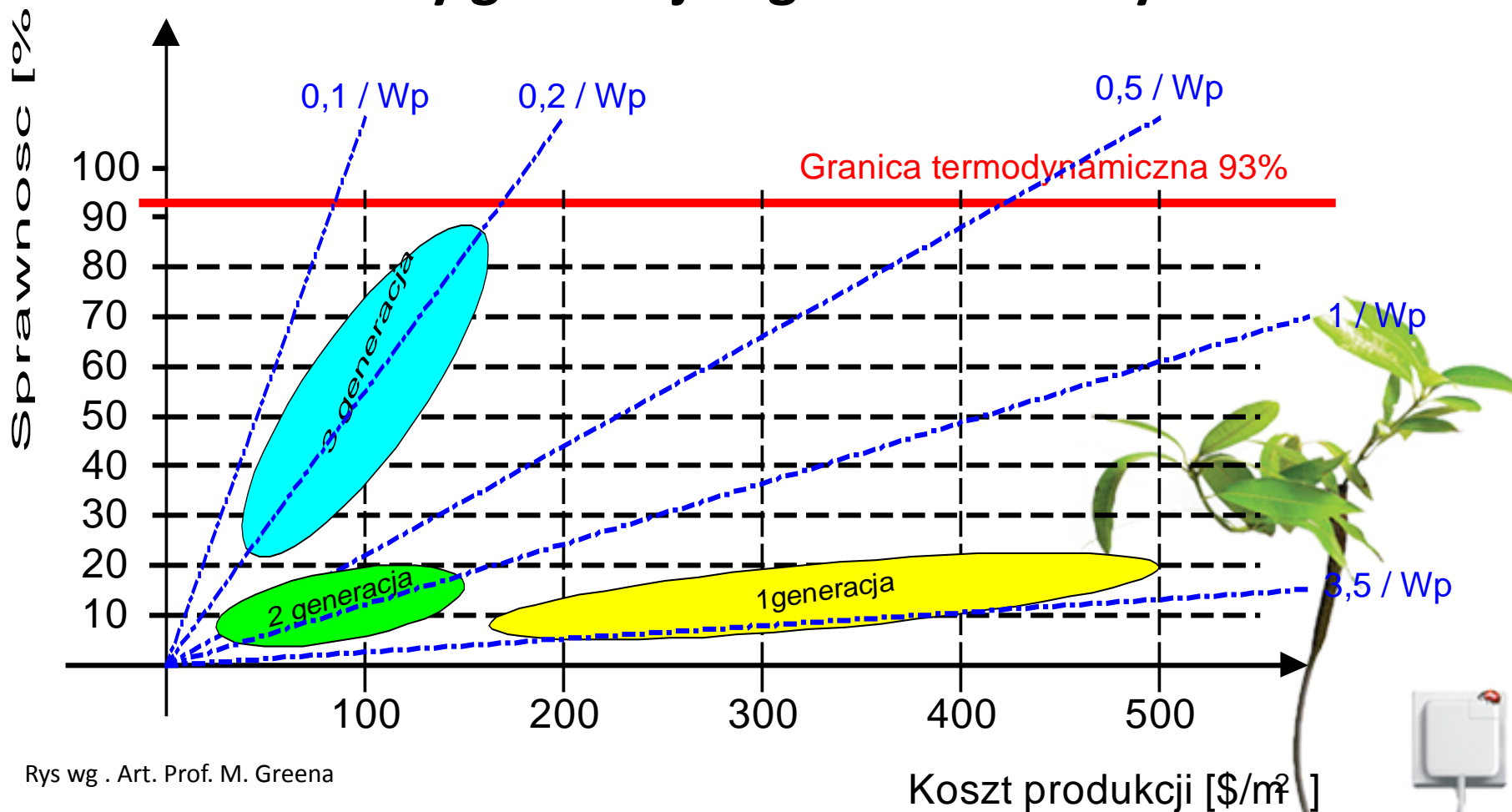


Sprawności ogniw słonecznych różnych typów

Best Research-Cell Efficiencies

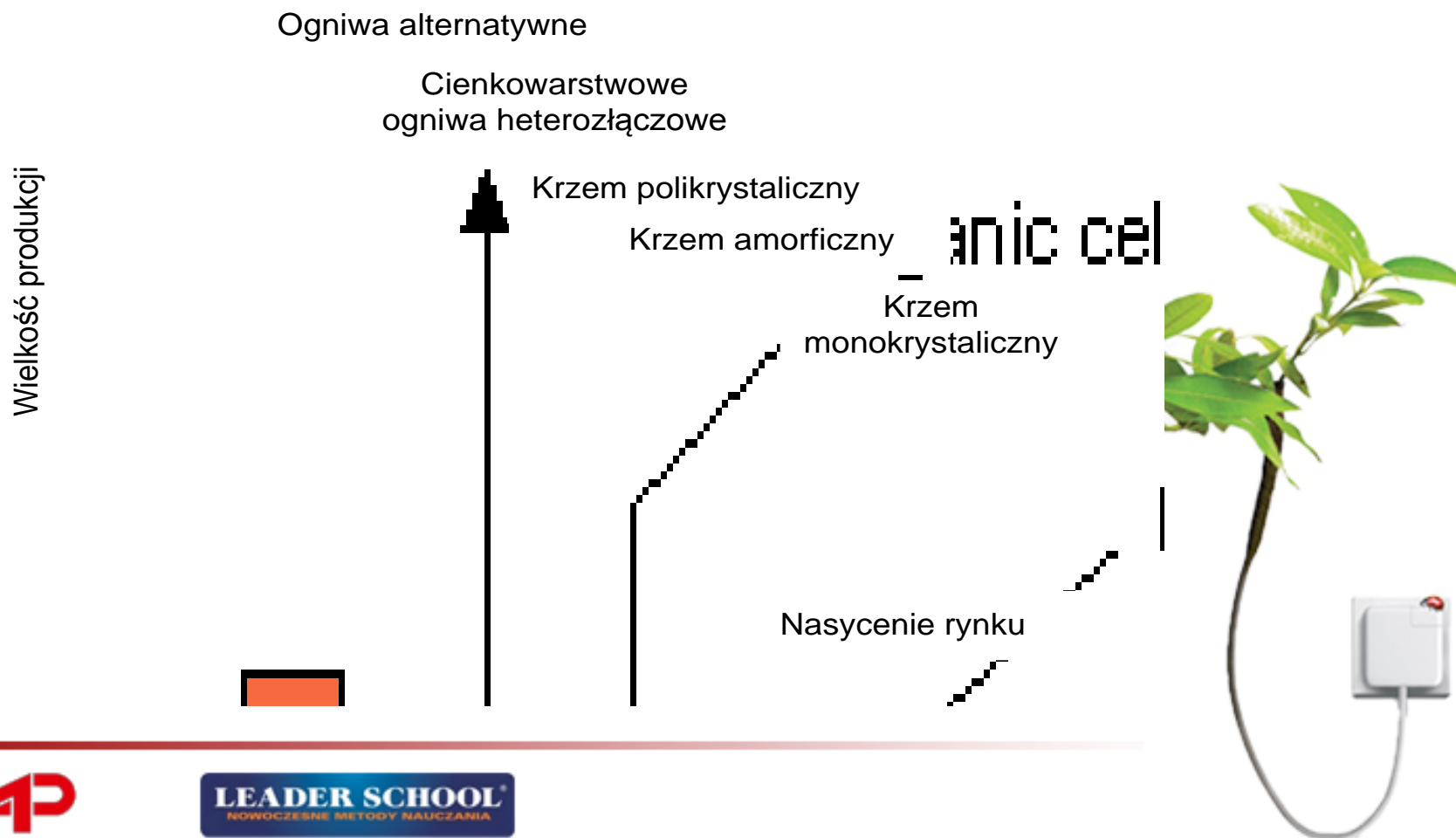


Trzy generacje ogniw słonecznych



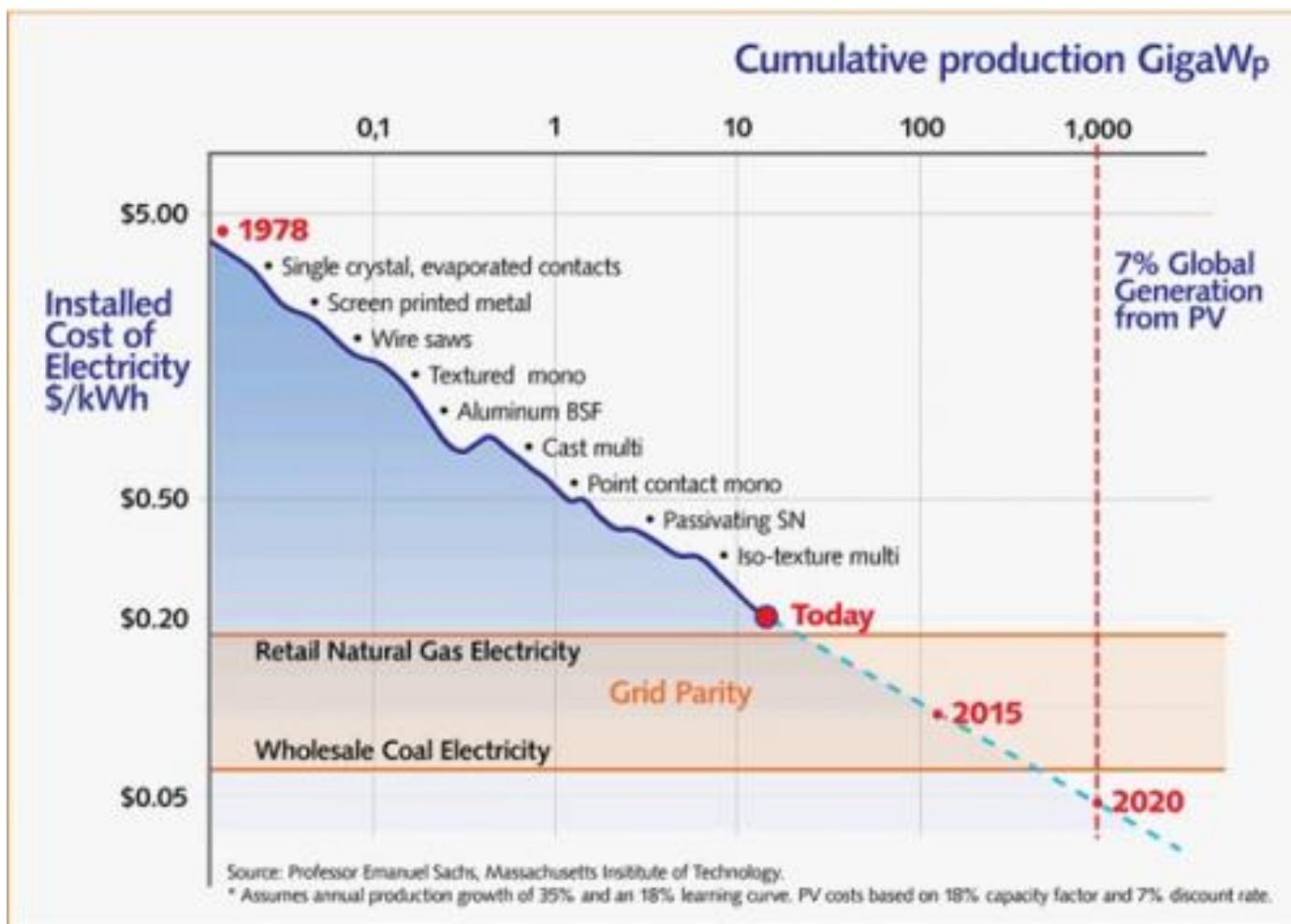
Rys wg . Art. Prof. M. Greena

Aktualnie produkowane przyrządy





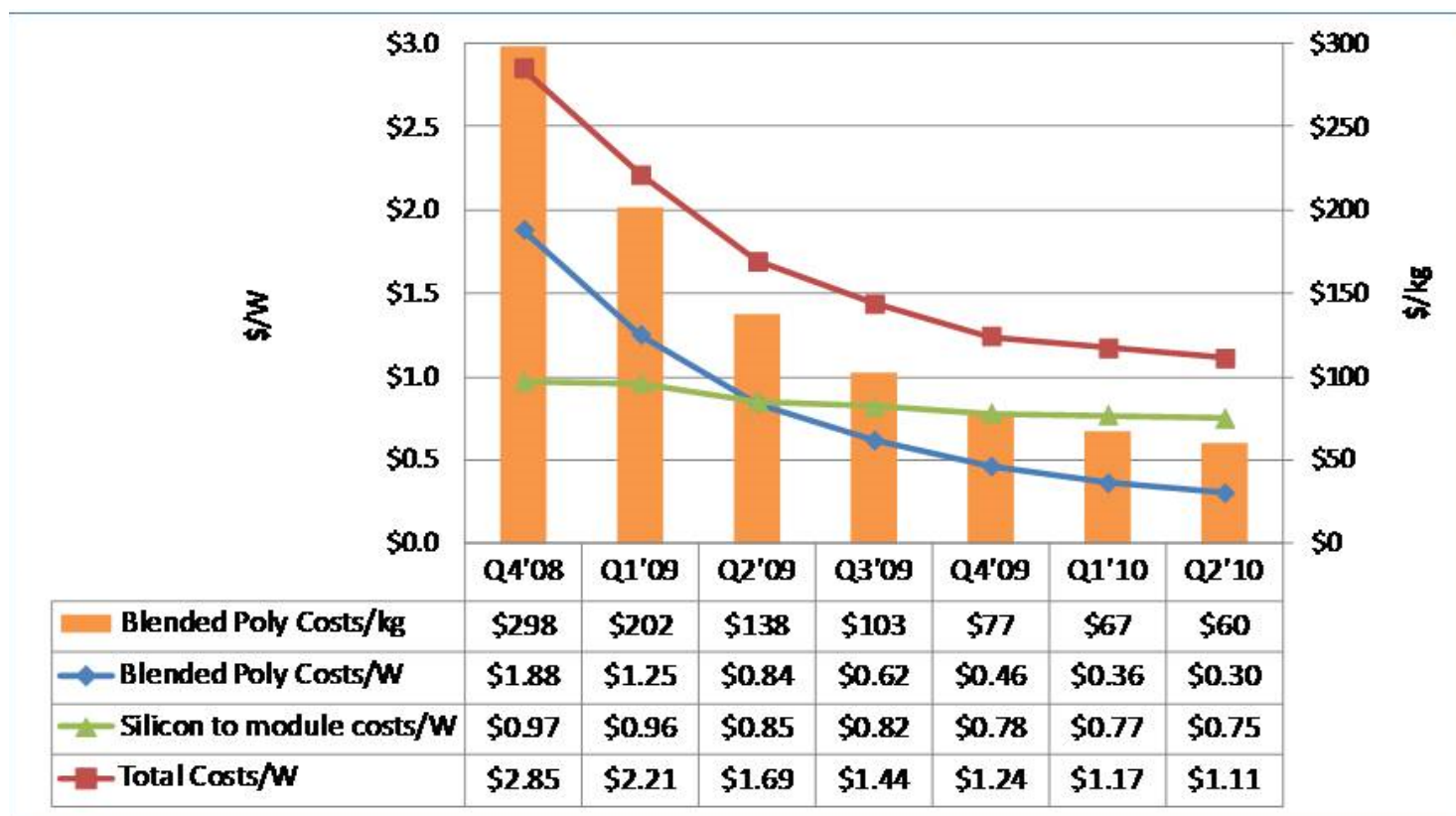
Ceny ogniw słonecznych różnych typów



Rys: The Tech Journal

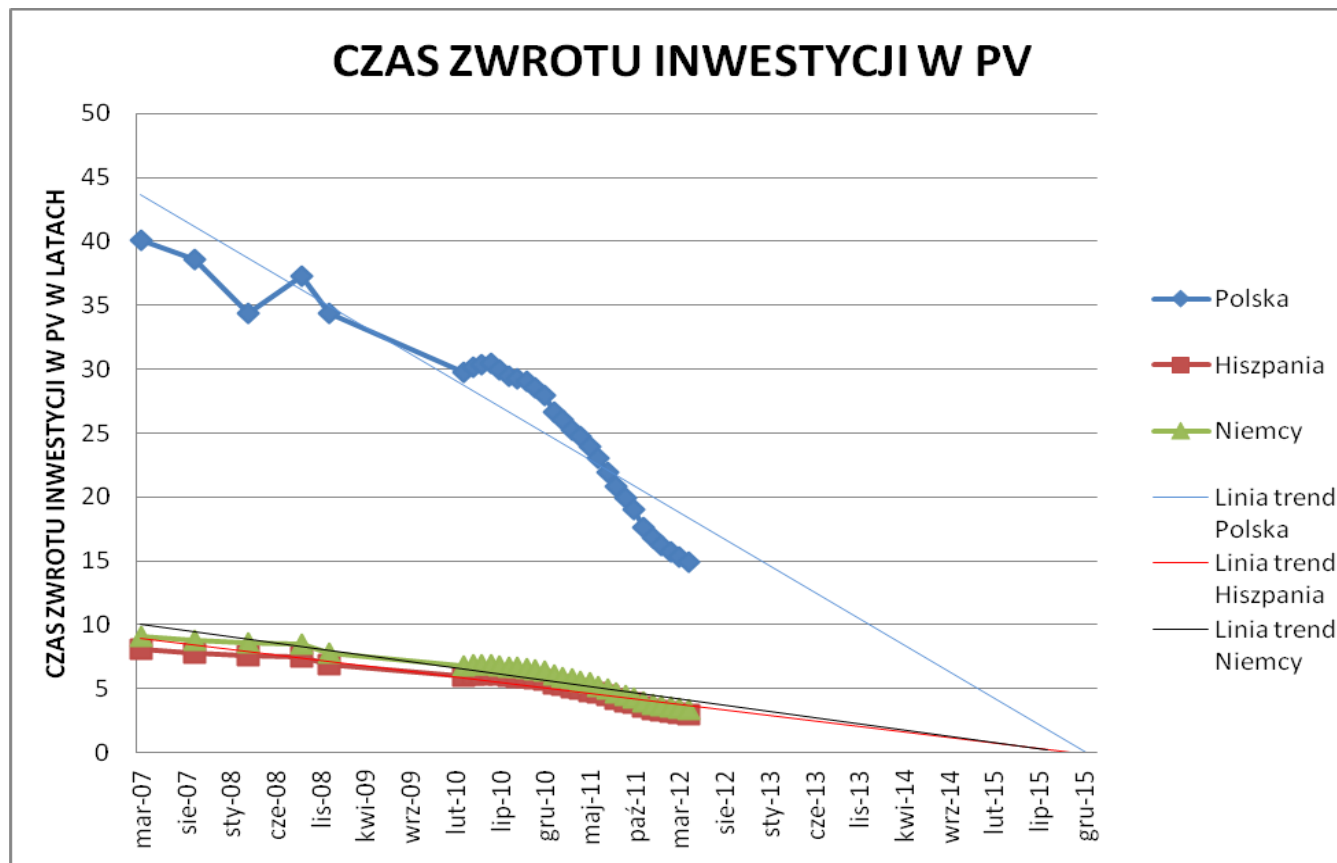


Koszty energii otrzymywanej z fotowoltaiki

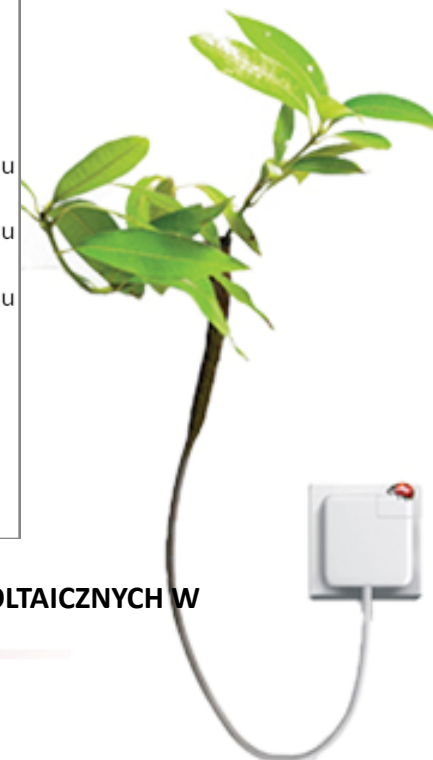


Źródło: Trina Solar, IMS estimates. IMS Research's Weekly PV Supply Chain Health Report

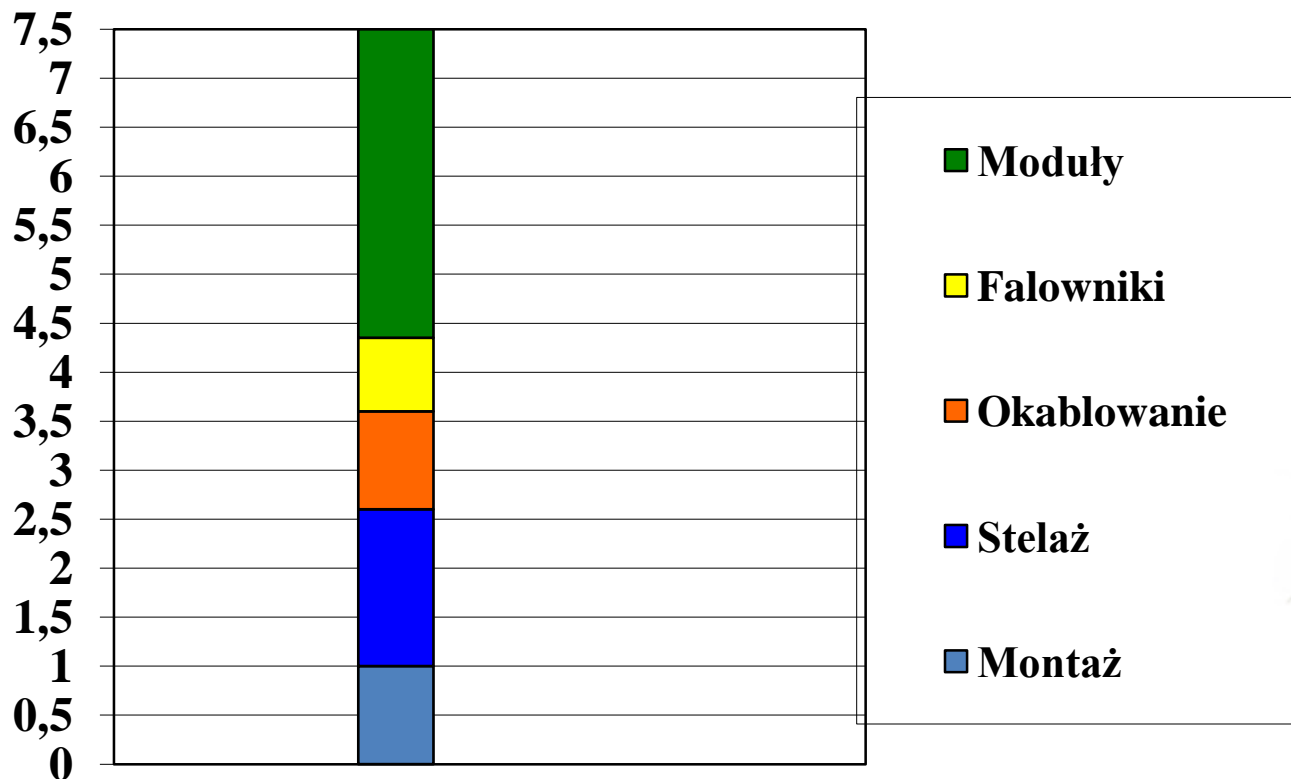
Opłacalność fotowoltaiki w Polsce



A. Jatzak, M. Sibiński „WYKORZYSTANIE, RENTOWNIÓŚĆ I PERSPEKTYWY ROZWOJU INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH W POLSCE U PROGU WDROŻENIA NOWEGO PRAWA ENERGETYCZNEGO.”



Składniki kosztów instalacji fotowoltaicznych





Rozwój energetyki słonecznej



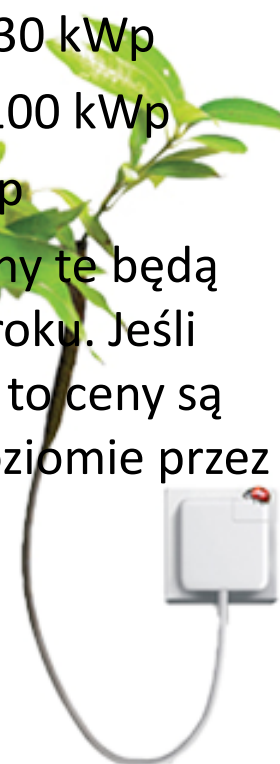
Rozwój energetyki słonecznej

Przykładowe regulacje prawne wspierające rozwój fotowoltaiki - Niemcy



Źródło: G. Hille, Freiburg, Germany

- **Nowe prawo 1.1.2004:**
- minimum 0.457 €/kWh przez 20 lat
- plus 0.117 €/kWh dla instalacji do 30 kWp
- plus 0.089 €/kWh dla instalacji do 100 kWp
- plus 0.083 €/kWh powyżej 100 kWp
- dla nowopowstających instalacji ceny te będą obniżane o 5% każdego kolejnego roku. Jeśli instalacja powstanie w danym roku to ceny są zagwarantowane na tym samym poziomie przez 20 lat.



Główne zastosowania ogniw słonecznych

- Instalacje produkujące energię do sieci zawodowej (instalacje małe, średnie i elektrownie fotowoltaiczne)
- BIPV
- Instalacje off-grid (budynki i systemy wydzielone, pompy, stacje przekaźnikowe itp..)
- Małe instalacje off-grid (telematyka, oświetlenie, parkometry, zegary, boje sygnalizacyjne)
- Zasilanie drobnego sprzętu elektronicznego (zegarki, kalkulatory, ładowarki zabawki itp.)
- Zasilanie sond, stacji i pojazdów kosmicznych
- Aplikacje elastyczne i tekstroniczne



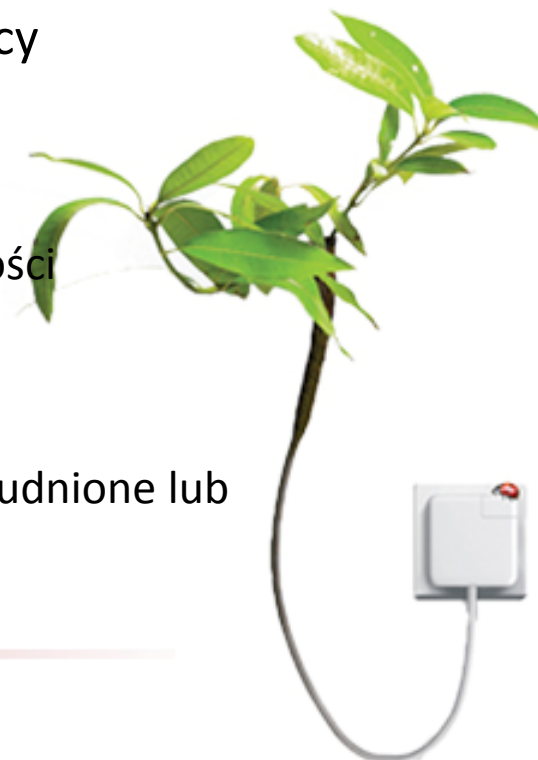
Instalacje fotowoltaiczne – typy

- Instalacje wolnostojące (autonomiczne, wyspowe) – *off grid*
- Instalacje podłączone do sieci energetycznej - *on grid*



Instalacje *off grid*

- Produkcja energii dla wyszczególnionych odbiorników prądu
- Wykorzystywane do zasilania odbiorników niedużej mocy
- Projektowane pod kątem odbiorników
 - wymagany odpowiedni dobór ilości paneli PV
 - zastowanie akumulatorów o odpowiednio dużej pojemności
- Zastosowanie
 - miejsca, gdzie nie ma sieci energetycznych
 - miejsca, gdzie podłączenie do sieci energetycznej jest utrudnione lub nieopłacalne



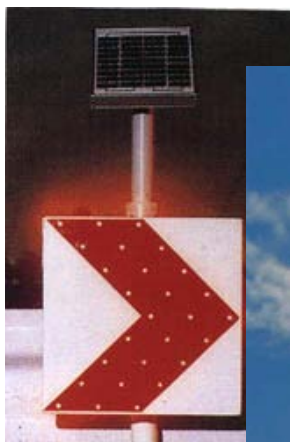
Instalacje *off grid* - przykłady

- jachty, wozy kempingowe, namioty...



Instalacje *off grid* - przykłady

- zasilanie urządzeń drogowych, telekomunikacyjnych...



znaki drogowe



oświetlenie uliczne



zegar dworcowy



stacja meteo



stacja przekaźnikowa

Instalacje *off grid* - przykłady

- morskich, wodnych, rolniczych (pompy nawadniające)...



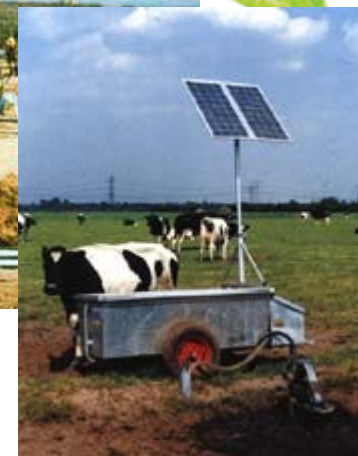
Latarnia morska,
Australia



Boje rzeczne –
rzeka St. Lawrence, USA



Sudan, Afryka



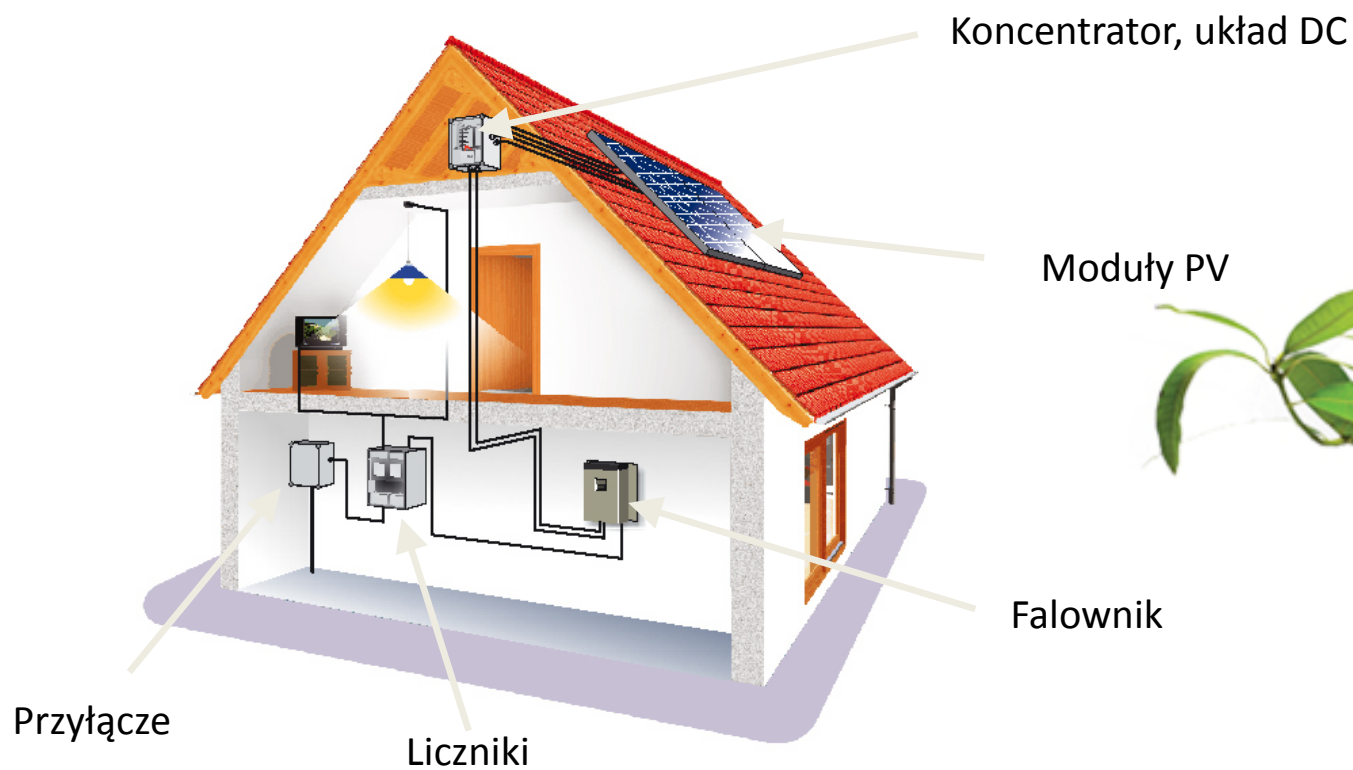
Niemcy

Instalacje *on grid*

- System w całości oddający energię elektryczną do sieci publicznej
- Dwustronny przepływ energii pomiędzy instalacją PV i siecią energetyczną
- Brak akumulatora
- Aby móc sprzedawać prąd do sieci należy
 - mieć założoną działalność gospodarczą na produkcję energii elektrycznej
 - podpisać umowę z zakładem energetycznym o odbiór i odsprzedaż wyprodukowanej w ten sposób energii



Instalacje *on grid*



Instalacje *on grid* - przykłady

- zasilanie domów, budynków użyteczności publicznej...



Kalifornia, USA



Japonia



High School -
Japonia



Niemcy



Kościół - Niemcy



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



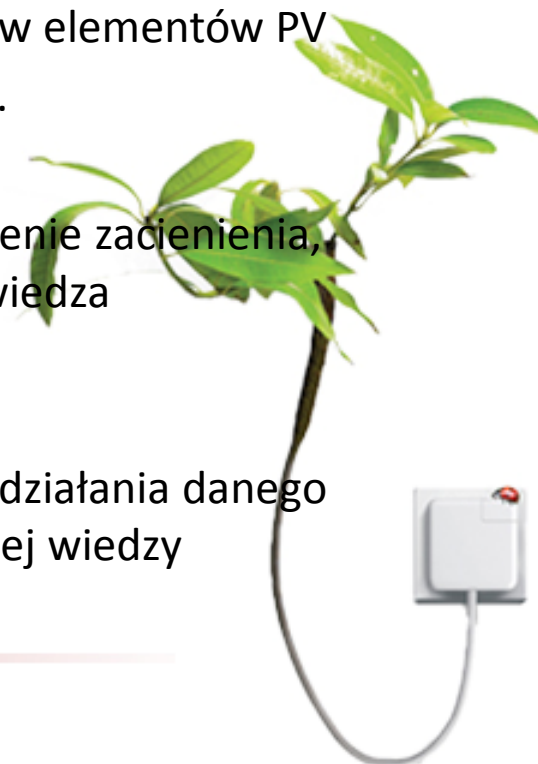
Projektowanie i symulacje instalacji fotowoltaicznych – główne cele

- 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



Metody projektowania instalacji fotowoltaicznych

- 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 zacielenia, 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



Ogólne zasady projektowania instalacji PV

- Moduły łączone szeregowo: taki sam nominalny prąd zwarcia I_{SC} (ten sam typ/seria)
- Wszystkie łańcuchy modułów (jeśli są łączone równolegle): to samo napięcie nominalne
- Minimalizacja zacinienia modułów PV w instalacji
- Napięcie V_m w temp. $+70^{\circ}\text{C}$: większe niż min. napięcie wejściowe falownika
- Napięcie rozwarcia V_{OC} w temp. -10°C : mniejsze niż max. napięcie wejściowe falownika
- Maksymalna dopuszczalna moc wejściowa falownika: 90-100% mocy nominalnej PV
- Napięcie V_m w warunkach STC (natężenie promieniowania $1000\text{W}/\text{m}^2$, temperatura modułów 25°C): zbliżone do optymalnego napięcia zalecanego przez producenta falownika



Źródła strat w systemie

- Omowe
 - rezystancja okablowania (wyznaczana na podstawie parametrów przewodów, przekrojów i ich długości; np. 15 m kabla 1,5 mm² – straty 0,6%)
- Niedopasowanie modułów
 - spowodowane różnymi kształtami ich charakterystyk I-V
 - przy połączeniu szeregowym największe znaczenie ma tolerancja prądu
 - przy połączeniu równoległym decydująca jest różnica napięć w poszczególnych gałęziach
- Termiczne
 - temperatura pracy modułów zazwyczaj wyższa niż 25°C (STC)
- Odbiciowe
 - padające promieniowanie ulega częściowemu odbiciu (pomimo stosowania warstw antyodbiciowych)
- Zanieczyszczenia
 - osadzający się pył i osad na powierzchni modułów , liście, ptaki...



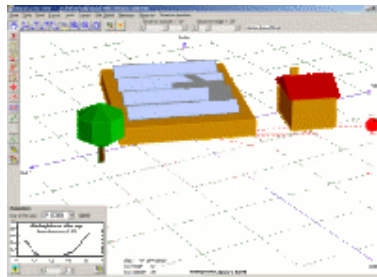
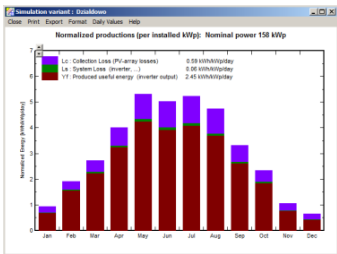
Użyteczne oprogramowanie

- Specjalistyczne programy symulacyjne
 - PVSyst: <http://www.pvsyst.com>
 - PV-DesignPro: <http://www.mauisolarsoftware.com>
 - PVSol: <http://www.valentin.de>
 - Meteonorm: <http://www.meteonorm.com>
 - Homer: <http://www.homerenergy.com>
 - Hybrid2: <http://www.ceere.org/rerl/projects/software/hybrid2>



PVSyst

- Wymiarowanie systemów i komponentów, symulacja działania, pełna analiza wielu parametrów meteorologicznych, elektrycznych, sprawności etc
- Dla systemów on-grid i off-grid
- Baza meteorologiczną wielu lokalizacji na świecie (w tym 4 dla Polski) oraz baza komponentów fotowoltaicznych
- Możliwość symulacji zacienienia

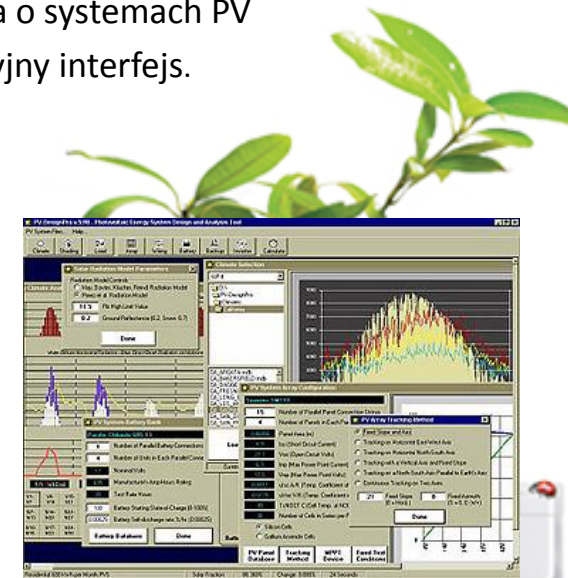
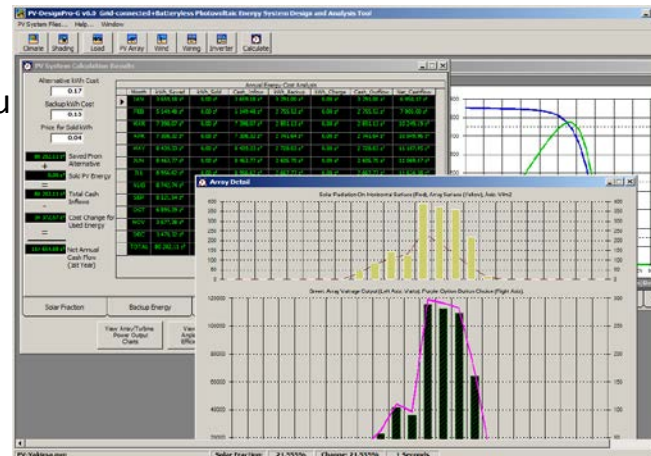


- Wyniki
 - kompletny raport opisujący parametry systemu oraz najważniejsze wyniki działania
 - możliwość analizy kilkuset parametrów w przedziałach godzinowych, dniowych i miesięcznych (prezentacja danych na wykresach, histogramach i w tabelach)
 - analiza ekonomiczna opłacalności systemu
- Zalety
 - dokładna symulacja godzinowa
 - duża baza danych meteorologicznych oraz komponentów
 - dodatkowe narzędzia edukacyjne: położenie Słońca, optymalizacja nachylenia modułów, działania komponentów
- Wersja trial przez 30 dni; cena: 1000 CHF

•PV-DesignPro

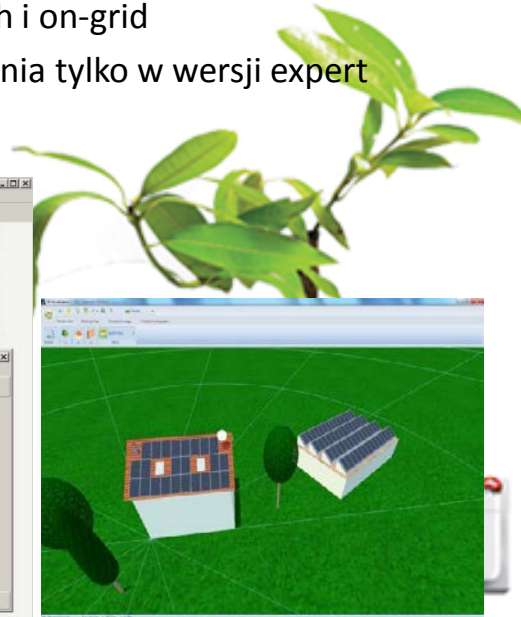
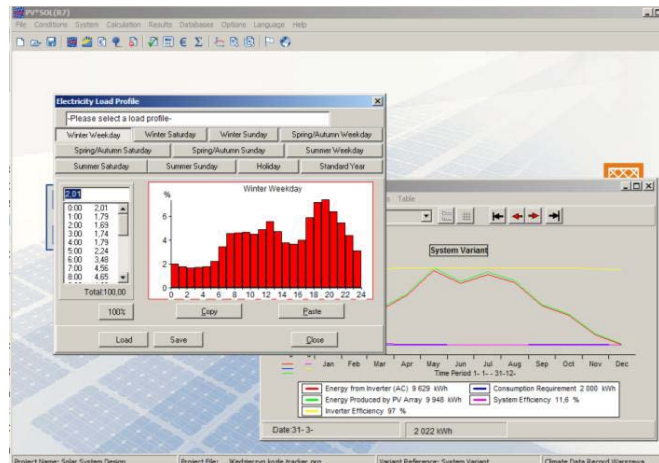
- Program do symulacji działania systemów PV dołączonych do sieci i autonomicznych
- Program ma na celu pomóc przy projektowaniu systemu dostarczając dogłębne informacje o produkcji energii, zużyciu przez odbiorniki, działaniu systemu backup oraz finansowego efektu działania instalacji.
- Wyniki
 - parametry środowiskowe,
 - uzysk energii,
 - analiza ekonomiczna zakupu
 - analiza działania systemu
- Cena 259 USD

- Zalety
 - większość informacji potrzebnych do zaprojektowania systemu PV zawarta w bazach danych
- Wady
 - relatywnie wysokie wymagania wiedzy użytkownika o systemach PV
 - mało intuicyjny interfejs.



•PVSol

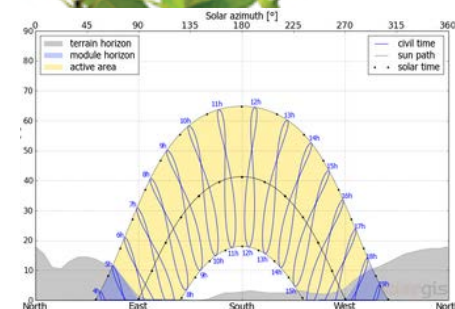
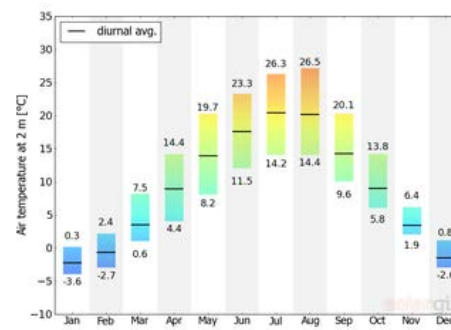
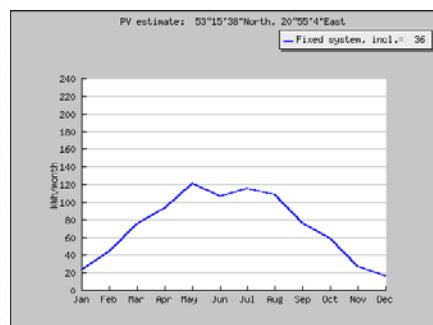
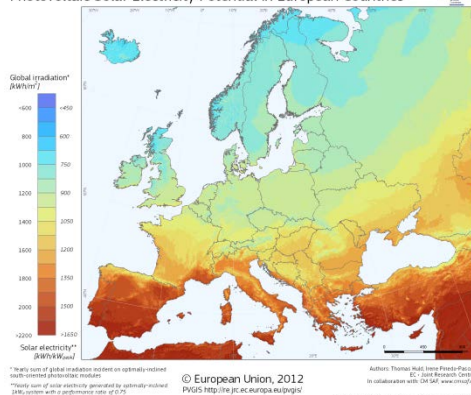
- Oprogramowanie do symulacji działania systemów dołączonych do sieci i autonomicznych
- Posiada rozbudowaną, uaktualnianą online bazę falowników i modułów fotowoltaicznych.
- Wyniki
 - gotowy raport z wykresami i schematem systemu
 - rozbudowany moduł analizy opłacalności ekonomicznej i czasu zwrotu.
- Cena:
 - 468 euro (wersja PRO on-grid)
 - 998 euro (wersja Expert on-grid)
- Zalety:
 - łatwy w obsłudze
 - nie wymaga doświadczenia w projektowaniu systemów PV
- Wady:
 - oddzielnie płatne moduły do systemów autonomicznych i on-grid
 - analiza zacienienia tylko w wersji expert



Użyteczne oprogramowanie

- Darmowe aplikacje on-line
 - PVSol on-line: http://valentin.de/calculation/pvonline/pv_system/en
 - SolarGIS: <http://solargis.info/pvplanner>
 - PVGIS: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



Wady i zalety programów symulacyjnych

- **Zalety**
 - możliwość sprawdzenia poprawności parametrów i wyników
 - możliwość obliczania wskaźników jakościowych (współczynnik wydajności systemu, uzysk z systemu, sprawność instalacji)
 - wizualizacja parametrów systemu
 - możliwość analizy zmiany parametrów
 - ogólna pomoc dla projektanta, oszczędność czasu i wkładu pracy
- **Wady**
 - brak możliwości wykrycia błędnego opisu systemu
 - ograniczenie do zakresu opisu matematycznego
 - brak możliwości porównania parametrów szacunkowych z doświadczalnymi

Program nie zastąpi wiedzy eksperckiej



Przyczyny niedokładności symulacji

- Trudne do przewidzenia warunki meteorologiczne
- Złożoność zjawisk zachodzących w przyrodzie i systemach PV
- Skończona dokładność matematycznych modeli zjawisk i komponentów PV
- Wpływ komponentów na siebie nawzajem
- Błędy algorytmów i uproszczenia obliczeń
- Trudna do oszacowania degradacja parametrów elementów PV



Projekt

- Założenia
 - dom jednorodzinny, dach spadzisty 30°, skierowany na południe
 - lokalizacja: Łódź (przedmieścia) wśród zabudowy jednorodzinnej – małe zacienienie
 - roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną: ok. 4000 kWh
 - system produkujący ok. 50% energii elektrycznej w skali roku (2000 kWh)
 - system on-grid
 - moduły krzemowe



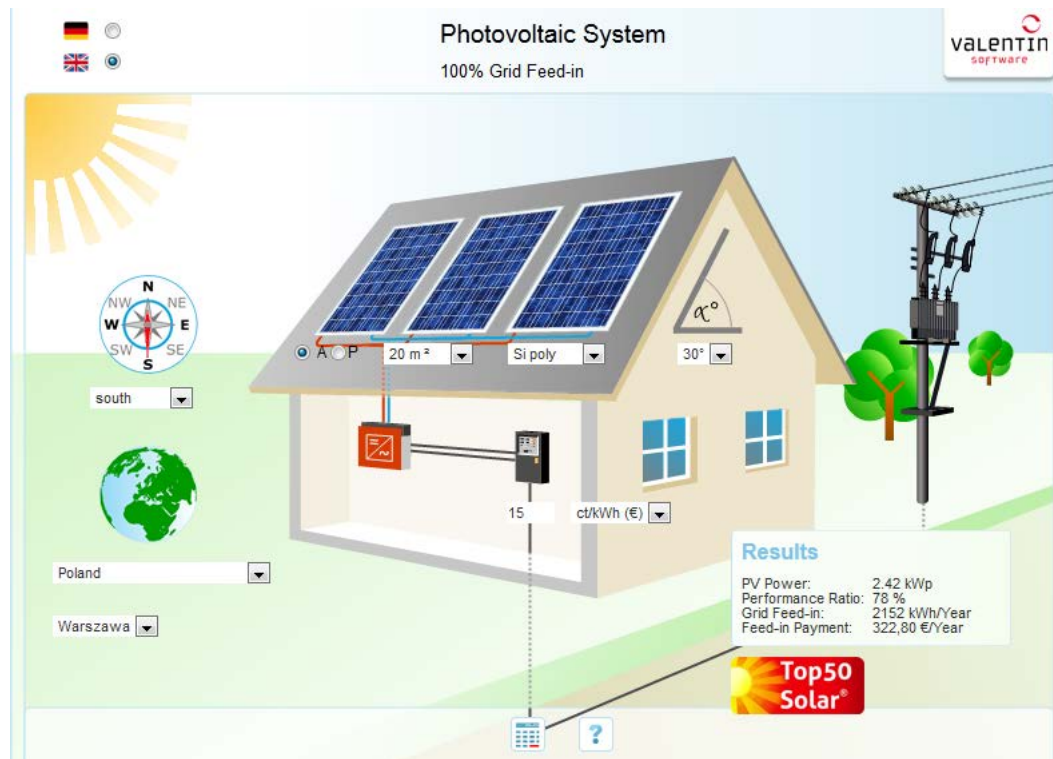
System o mocy 2,6kW_p
Mr & Mrs MacKinnon, Christchurch, Dorset, UK.
03/2011



PVSol on-line

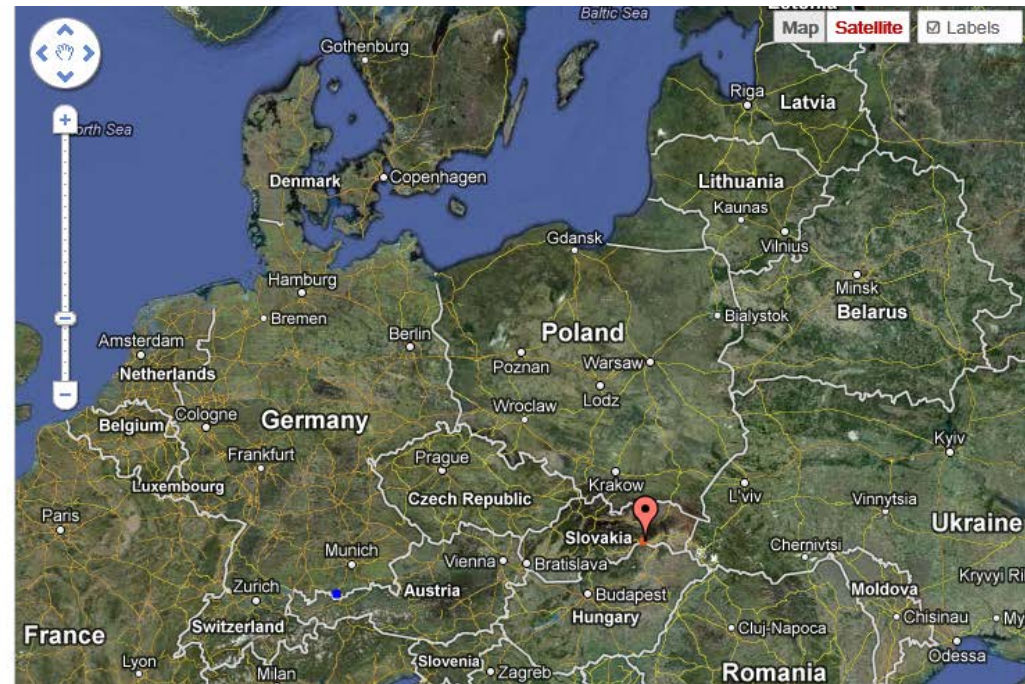
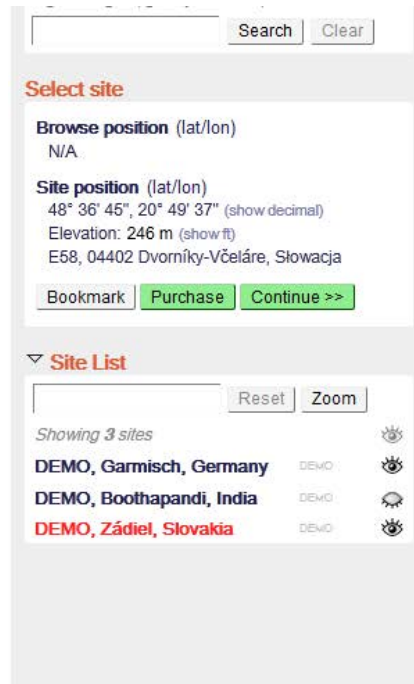
http://valentin.de/calculation/pvonline/pv_system/en

- dach 30°, na południe
 - lokalizacja: Łódź/Warszawa
 - prod. ok. 2000kWh/rok
 - system on-grid
-
- Ćwiczenie:
 - operując powierzchnią i mocą PV dobierz odpowiednie parametry instalacji
 - porównaj systemy z krzemu mono, poli i amorficznego



SolarGIS

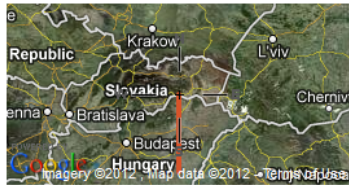
- <http://solargis.info/pvplanner>
 - w wersji freeware dostępne tylko 3 lokalizacje (Niemcy, Słowacja, Indie)



- dach 30°, na południe
- Łódź/ Słowacja
- ok. 2000kWh/rok
- system on-grid



48° 36' 45", 20° 49' 37" (show decimal)
Elevation: 246 m (show ft)
E58, 04402 Dvorníky-Včeláre, Slovakia



PV system

Installed power (kWp): 2
Type of modules: crystalline silicon (c-Si)
Inverter Euro efficiency (%): 97.5
Other DC/AC losses (%): 5.5 / 1.5
Availability (%): 99

Mounting system:

Fixed roof mounted

Azimuth (°): 180 S
Inclination (°): 30

optimize

Calculate

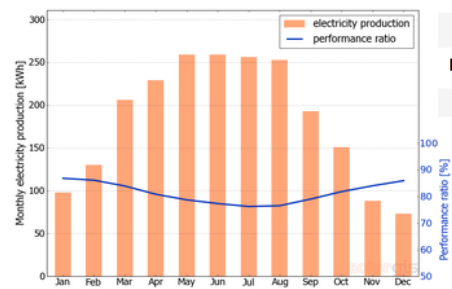
PV system: 2.0 kWp, crystalline silicon, fixed roof, azim. 180° (south), inclination 30°

PV electricity potential

[Manage/explain columns](#)

Month	E_{tm}	E_{sm}	E_{sd}	E_{share}	PR
Jan	98	49	1.58	4.5	86.8
Feb	130	65	2.32	5.9	86.1
Mar	206	102	3.32	9.4	83.9
Apr	229	114	3.81	10.4	80.8
May	259	129	4.17	11.8	78.7
Jun	259	129	4.32	11.8	77.3
Jul	256	127	4.13	11.7	76.2
Aug	253	126	4.08	11.5	76.5
Sep	193	96	3.22	8.8	79.0
Oct	151	75	2.44	6.9	81.8
Nov	88	44	1.47	4.0	84.0
Dec	75	36	1.18	3.3	85.9
Year	2196	1087	3.01	100.0	80.0

PV output solar radiation



E_{tm}	Monthly sum of total electricity prod. [kWh]
E_{sm}	Monthly sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
E_{sd}	Daily sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
E_{share}	Percentual share of monthly electricity prod. [%]
PR	Performance ratio [%]

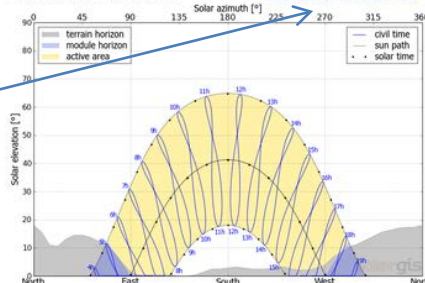
PV conversion losses and performance ratio

Energy conversion stage	PV output [kWh/kWp]	Energy losses		Performance ratio	
		[kWh/kWp]	[%]	partial [%]	cumul. [%]
Global in-plane irradiation (input)	1371	-	-	100.0	100.0
Global irradiation reduced by terrain shading	1371	0	0.0	100.0	100.0
Global irradiation reduced by angular reflectivity	1328	-43	-3.1	96.9	96.9
Conversion to DC in the modules	1222	-106	-8.0	92.0	89.1
Other DC losses	1154	-68	-5.6	94.4	84.2
Inverters (DC/AC conversion)	1126	-28	-2.4	97.6	82.1
Transformer and AC cabling losses	1109	-17	-1.5	98.5	80.9
Availability	1098	-11	-1.0	99.0	80.1
Total system performance	1098	-273	-19.9	-	80.1

Roczna produkcja

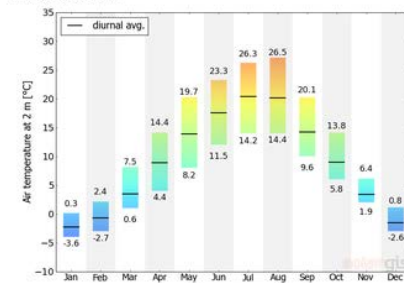
Site horizon and sunpath

[Click to modify horizon](#)



możliwość wprowadzenia zacienienia

Air temperature






SolarGIS

- dach 30°, na południe
- Dvorníky, Słowacja
- ok. 2000kWh/rok
- system on-grid

SolarGIS

Raport dostępny w 11 językach!! W tym PL 😊

1 Select site ▶ 2 pvPlanner ▶ **3 Report** ?

 Download PDF report BG | CN | CZ | DE | EN | ES | FR | IT | **PL** | PT | SK
 Download XLS report BG | CN | CZ | DE | EN | ES | FR | IT | **PL** | PT | SK
 Download CSV data

<< Back

- Raport pokazuje, słoneczne szacowania mocy w fazie rozruchu systemu PV
- Szacunki są wystarczająco dokładne dla małych i średnich systemów PV
- W przypadku planowania i finansowania dużych projektów, może być potrzebnych więcej informacji np.:
 1. Statystyczny rozkład i niepewność szacunków promieniowania słonecznego
 2. Szczegółowa specyfikacja systemu PV
 3. Międzyroczna zmienność i niepewność produkcji energii
 4. Produkcja energii podczas całego cyklu życia uwzględniając degradację komponentów elektrowni

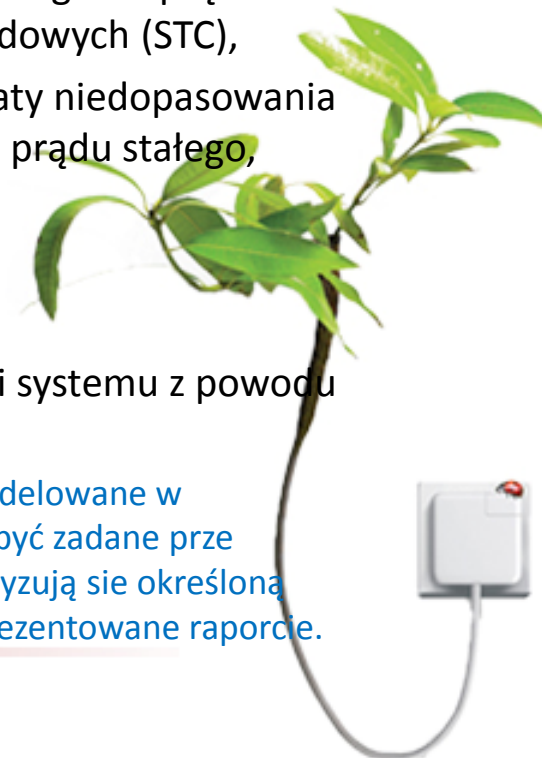


SolarGIS

Etapy przemiany energii i straty:

1. Założona jest wstępna produkcja przy Warunkach Standardowych (STC),
2. Zmniejszenie całkowitego nasłonecznienia z powodu zacielenia rzeźba terenu i samym modułem PV,
3. Część globalnego nasłonecznienia odbita od powierzchni modułów (typowo od szkła),
4. Straty w modułach PV w wyniku konwersji promieniowania słonecznego do prądu elektrycznego; odchyłka sprawności modułów od Warunków Standardowych (STC),
5. Straty obwodu prądu stałego: ten etap obejmuje kumulatywne straty niedopasowania pomiędzy modułami, ciepłe straty na kablach i połączeniach obwodu prądu stałego, zanieczyszczenie, śnieg, szron i wzajemne zacielenie modułów PV,
6. Straty na inwerterze (sprawność euro),
7. Straty w obwodzie prądu zmiennego i na transformatorze,
8. Parametr dostępność obejmuje straty spowodowane wyłączeniami systemu z powodu konserwacji, utrzymania a także awarii.

Straty na etapach 2 do 4 są numerycznie modelowane w pvPlanerze. Straty na etapach 5 do 8 muszą być zadane przez użytkownika. Modele symulacyjne charakteryzują się określoną dokładnością i niepewnością co nie jest zaprezentowane raporcie.



Przykładowy, kompleksowy projekt instalacji budynku z wykorzystaniem OZE

<http://vimeo.com/40847213>



Fotowoltaika – prawdy i mity

1) Moduły PV, kolektory słoneczne, solary i fotowoltaika to określenia dotyczące tego samego urządzenia.

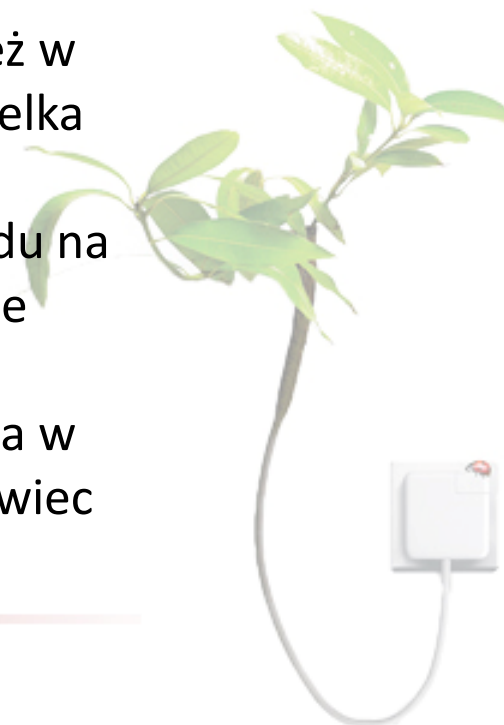
Jest to często spotykana, nieprawdziwa opinia obiegowa. Słoneczne kolektory termiczne służą do produkcji ciepła na użytek centralnego ogrzewania budynków, ciepłej wody użytkowej, lub rzadziej podgrzewania basenów, szklarni lub innych obiektów. Ogniwa słoneczne służą do zamiany energii światła słonecznego na energię elektryczną. W ten sposób mogą zarówno zasilać różnego rodzaju odbiorniki elektryczne jak również służyć do ogrzewania pomieszczeń. Określenie „solary” jest nieprecyzyjne i używane często wobec zupełnie różnych urządzeń.



Fotowoltaika – prawdy i mity

2) W Polsce panują bardzo złe warunki nasłonecznienia, co czyni fotowoltaikę w naszym kraju nieopłacalną.

Polska znajduje się w strefie umiarkowanego nasłonecznienia, analogicznej jak np. północne i środkowe Niemcy, gdzie fotowoltaika jest wykorzystywana masowo. Jesteśmy również w zdecydowanie lepszej lokalizacji niż Belgia, Holandia, czy Wielka Brytania ze względu na ilość bezchmurnych dni w roku a w krajach tych fotowoltaika rozwija się dynamicznie. Ze względu na warunki geograficzno – klimatyczne w okresie letnim w Polsce występuje nasłonecznienie zapewniające około 1 kW energii słonecznej przypadającej na metr kwadratowy powierzchni, a w skali roku z takiej powierzchni można uzyskać około 1MWh, więc są to warunki zadowalające.



Fotowoltaika – prawdy i mity

3) *Moduły fotowoltaiczne w Polsce działają wyłącznie w okresie letnim.*

Na okres letni przypada około 70% energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi na terenie Polski, jednak w okresie zimowym praca ogniw i modułów słonecznych jest również możliwa. Aby skutecznie wykorzystać energię słońca w okresie zimowym należy odpowiednio zaplanować kąt nachylenia instalacji słonecznej (w zimie optymalny kąt wynosi około 45° - 50° podczas gdy w okresie letnim 15° - 30°).



Fotowoltaika – prawdy i mity

4) *Instalacje fotowoltaiczne są zawodne i awaryjne, więc nie mogą służyć jako wiarygodne źródło energii.*

Elementy instalacji fotowoltaicznych są projektowane z myślą o długotrwałej, bezawaryjnej pracy a producenci dbają o wysoką jakość swoich wyrobów (między innymi za pomocą skomplikowanych procedur testowych, określonych przez normy międzynarodowe). Dla przykładu średni okres gwarancji na moduły fotowoltaiczne wynosi około 25-30 lat. Bezawaryjna praca całego systemu zależy w dużej mierze od odpowiedniego zaprojektowania i montażu, dlatego te czynności należy powierzać odpowiednim specjalistom.



Fotowoltaika – prawdy i mity

5) *Ilość energii słonecznej, docierająca do całej powierzchni Ziemi jest zbyt mała do zaspokojenia energetycznych potrzeb człowieka.*

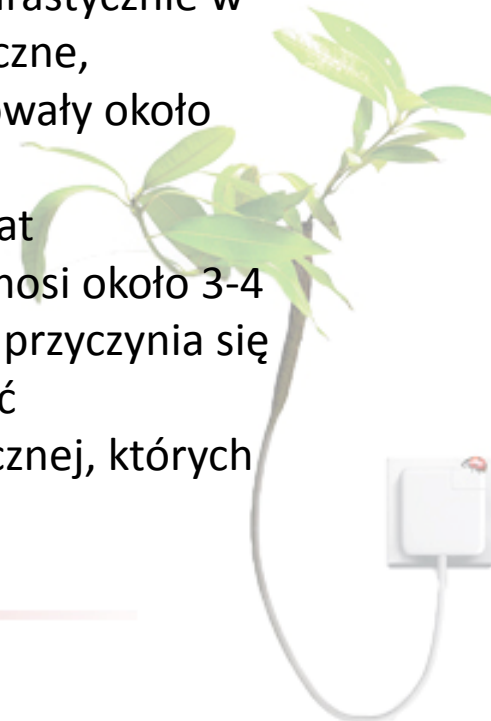
Nie jest to prawda. Łatwo obliczyć, że w warunkach zwrotnikowo-równikowych już około 700 km² instalacji PV, pracujących ze sprawnością powyżej 15% wystarczyłoby do pokrycia obecnych potrzeb energetycznych świata.



Fotowoltaika – prawdy i mity

6) *Koszt fotowoltaiki od lat jest wielokrotnie wyższy niż energii ze źródeł konwencjonalnych i nie ma postępu w dziedzinie obniżania cen energii słonecznej.*

Pierwsza część tego twierdzenia jest prawdziwa, jednak należy pamiętać, że koszt jednego wata, wyprodukowanego z instalacji PV obniżył się drastycznie w trakcie rozwoju fotowoltaiki. Dla przykładu pierwsze ogniwa słoneczne, produkowane w latach pięćdziesiątych dwudziestego wieku kosztowały około 1000 dolarów za każdy wat szczytowy dostępnej mocy. W latach sześćdziesiątych było to już około 100 dolarów/wat a pod koniec lat siedemdziesiątych poniżej 20 dolarów za wat. Obecnie cena ta wynosi około 3-4 dolarów za wat i nadal spada. Zwłaszcza masowa produkcja ogniwa przyczynia się do spadku ich kosztów dlatego już wkrótce możemy się spodziewać bezpośredniej konkurencji z tradycyjnymi źródłami energii elektrycznej, których koszty w tym samym czasie wzrastają.



Fotowoltaika – prawdy i mity

7) Moduły fotowoltaiczne wymagają wielkiej powierzchni użytkowej, której nie można łatwo wyszukać w niektórych lokalizacjach.

Współczesne moduły fotowoltaiczne są w stanie dostarczyć do około 150W z powierzchni jednego metra kwadratowego, co jest wynikiem akceptowalnym dla większości lokalizacji (średnia powierzchnia dachu domu jednorodzinnego, zorientowana w kierunku południowym – południowo-wschodnim wynosi około 50m²). Należy również pamiętać, że fotowoltaika może zostać bezpośrednio zintegrowana z konstrukcją budynków co umożliwia montaż nawet w obszarach zurbanizowanych o bardzo wysokim stopniu zagospodarowania przestrzeni użytkowej.



Fotowoltaika – prawdy i mity

8) Moduły fotowoltaiczne po ich całkowitym zużyciu stanowią odpady, groźne dla środowiska naturalnego i nie ma sposobów ich utylizacji.

Moduły fotowoltaiczne szybko racą swoje parametry w przypadku dehermetyzacji, dlatego łatwo odkryć ten fakt. Nawet wtedy jednak moduły nie stanowią zagrożenia dla środowiska, ponieważ większość z nich zbudowana jest z materiałów zupełnie obojętnych jak np. krzem. W krajach produkujących moduły fotowoltaiczne istnieje rozwinięty system przerobu wtórnego zużytych modułów. Jest to nie tylko wymuszone przez przepisy dotyczące ochrony środowiska, lecz również ekonomicznie korzystne dla konsumentów i producentów, ponieważ przerobienie uszkodzonego modułu na nowy w pełni sprawny jest zazwyczaj około 50-60% tańsze niż budowa modułu od początku.



Fotowoltaika – prawdy i mity

9) Moduły fotowoltaiczne są kosztowne w utrzymaniu, wymagają konserwacji i czyszczenia aby działały poprawnie.

Same moduły nie wymagają żadnej konserwacji podczas użytkowania. Wskazana jest natomiast okresowa konserwacja systemu monitorowanie jego parametrów, co można zrobić w sposób automatyczny np. za pomocą odpowiednich urządzeń zbierających, magazynujących i przesyłających zdalnie dane z falowników. Montaż modułów pod kątem 30-45% zapewnia ich automatyczne czyszczenie i spłukiwanie pyłów poprzez pady atmosferyczne.



Fotowoltaika – prawdy i mity

10) Od wielu lat nie ma postępu w dziedzinie energetyki odnawialnej w Polsce i ten stan będzie się utrzymywał, co czyni fotowoltaikę mało perspektywiczną dziedziną techniki i biznesu w Polsce.

Przez długi okres czasu w naszym kraju niewiele się działo w kwestii fotowoltaiki jednak zobowiązania do produkcji energii ze źródeł odnawialnych i coraz szerszy dostęp do nowych technologii powinny wkrótce wpłynąć na zmianę tego stanu rzeczy. Przed około 10 laty sytuacja słonecznych kolektorów termicznych w Polsce była bardzo zbliżona do obecnego statusu fotowoltaiki. Dzisiaj instalacje kolektorów są montowane na tysiącach budynków w całym kraju a producenci i dystrybutorzy tych systemów są obecni w większości dużych miast. Można spodziewać się podobnego rozwoju fotowoltaiki do roku 2020, co jest zbieżne z planem UE 3*20, zaakceptowanym także przez Polskę.



Fotowoltaika – prawdy i mity

11) Ze względu na zacofanie technologiczne nie ma możliwości produkcji jakiegokolwiek osprzętu fotowoltaicznego, lub prowadzenia działalności montażowo/projektowej w Polsce.

Z powodu przenoszenia produkcji podstawowej do krajów o jak najniższych kosztach osobowych i kosztach surowców raczej mało prawdopodobne jest umiejscowienie w Polsce masowej produkcji ogniw słonecznych. Możliwa jest jednak szeroka działalność z zakresu, projektowania i budowy nowej konstrukcji ogniw słonecznych, osprzętu fotowoltaicznego i sieciowego a także projektowania i montażu instalacji fotowoltaicznych. Fotowoltaika to niewątpliwie dziedzina z zakresu IT, oparta na szeroko pojętym wykorzystaniu know-how a więc jej rozwój będzie następował w krajach dążących do wykorzystywania i rozwoju nowoczesnych technologii.



Fotowoltaika – prawdy i mity

12) Nie ma w Europie przykładów skutecznego wykorzystania fotowoltaiki do masowej produkcji energii elektrycznej.

Jest wiele krajów europejskich skutecznie i masowo wykorzystujących fotowoltaikę. Do krajów z największą mocą instalacji PV przypadającą na jednego mieszkańca należą: Niemcy (około 3W/mieszkańca), Szwajcaria (podobnie), Norwegia (około 1,5 W/mieszkańca), Holandia (podobnie), Austria (około 1W/mieszkańca) oraz Finlandia (około 0,7W/mieszkańca). Są to jak widać kraje z podobnymi, lub gorszymi warunkami nasłonecznienia jak Polska. Oprócz wymienionych prawie wszystkie kraje UE posiadają wielokrotnie wyższy potencjał PV od Polski.



Fotowoltaika – prawdy i mity

13) Czas zwrotu kosztów inwestycji w instalację fotowoltaiczną wynosi kilkadziesiąt lat i przerasta okres jej technicznej sprawności.

Czas zwrotu instalacji fotowoltaicznej zależy od jej wielkości, konfiguracji, lokalizacji i przeznaczenia, jednak instalacje PV wykonywane masowo są w stanie zwrócić nakłady finansowe w trakcie eksploatacji. Już instalacje dachowe, montowane w Niemczech w ramach programu 100 000 dachów na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku posiadały czas zwrotu równy przeciętnie 15 lat. Należy oczekiwać, że instalacje nowszego typu poprawią jeszcze parametry ekonomiczne.

