



**AGH**

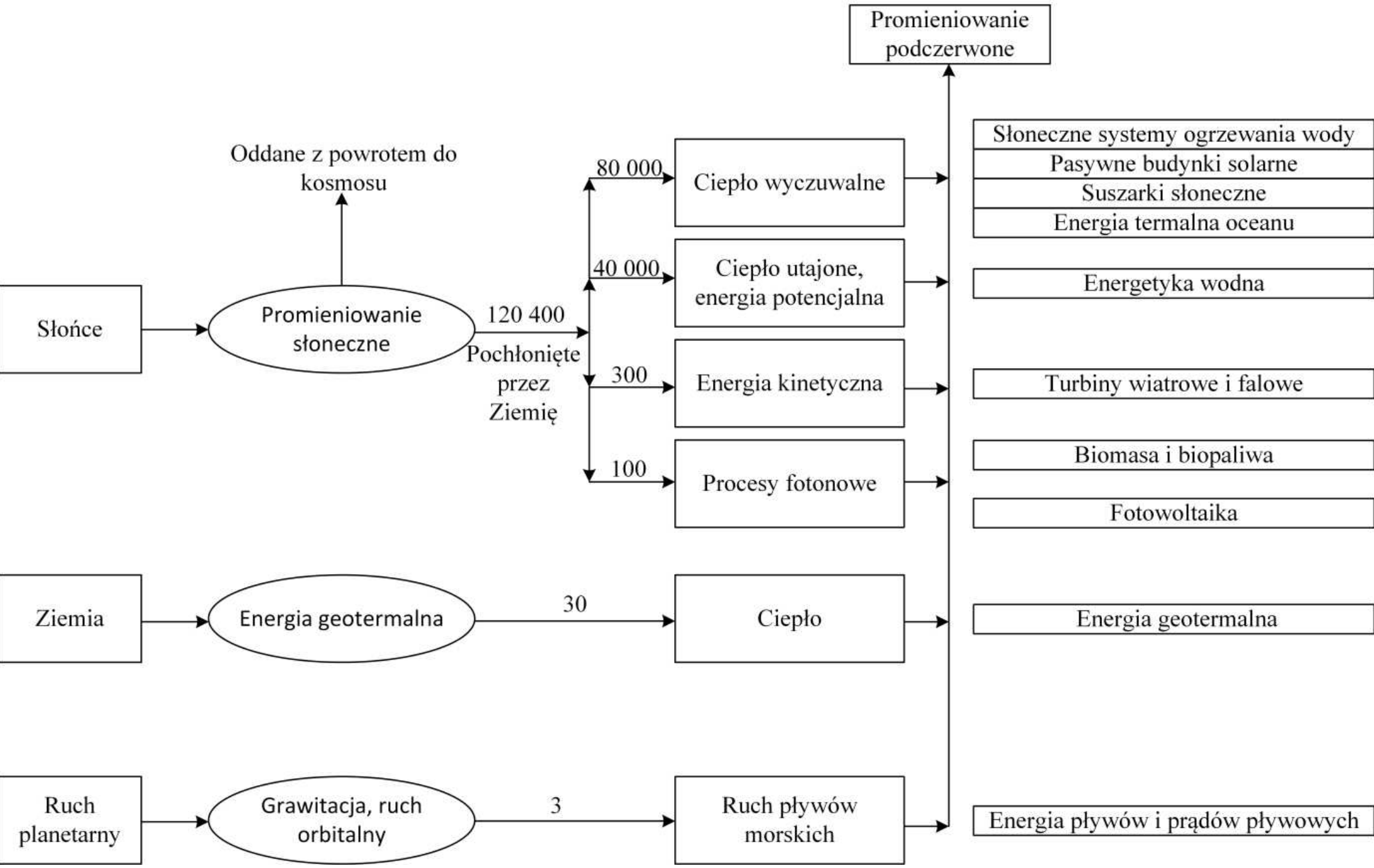
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY**

**Odnawialne źródła energii  
– co warto o nich wiedzieć?**

# Źródła energii

- » Promieniowanie słoneczne
- » Ruch Ziemi i grawitacja
- » Energia geotermalna
- » Syntetyczne reakcje jądrowe
- » Reakcje chemiczne w minerałach



Konwencjonalne

=

paliwa kopalne

Niekonwencjonalne

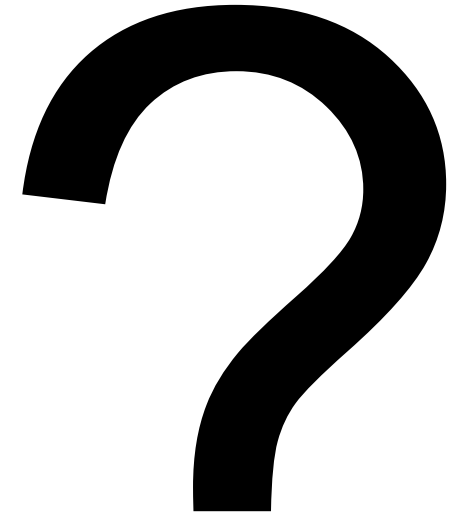
=

odnawialne źródła energii

Konwencjonalne

=

paliwa kopalne



Niekonwencjonalne



=

odnawialne źródła energii

# Elektrownie do lat 2000

- » Węgiel kamienny
- » Węgiel brunatny
- » Uran wzbogacony
- » Elektrownie wodne
- » Elektrownie szczytowo-pompowe
- » Gaz ziemny
- » Ropa naftowa
- » Produkcja energii
- » Utrzymanie napięcia
- » Utrzymanie częstotliwości
- » Rezerwa mocy



W

<https://www.tvp.info/53862998/pge-sytuacja-w-elektrowni-belchatow-stabilizuje-sie-uruchomilismy-6-blokow-energetycznych>

# Źródła energii

## Dyspozycyjne

- » Elektrownie konwencjonalne
- » Technologie wykorzystujące biomasę
- » Elektrownie wodne
- » Geotermie

## Niedyspozycyjne

- » Technologie wykorzystujące energię słoneczną
- » Technologie wykorzystujące energię wiatru
- » Ciepło odpadowe (?)



# Niekonwencjonalne źródła energii

## Odnawialne

- » Biomasa
- » Energia słoneczna
- » Energia wody
- » Energia wiatru
- » Geotermia

## Inne

- » Ciepło odpadowe
- » Energia kinetyczna
- » ...

Odnawialność źródeł energii pierwotnej należy rozumieć jako ich odtworzenie w ludzkiej (ekonomicznej) skali czasu.

W geologicznej skali czasu odtworzeniu ulega też węgiel kamienny czy ropa naftowa, lecz trwa to setki milionów lat...

# Energetyka biomasowa

# Biomasa

- » Biomasa drzewna (drewno kawałkowe)
- » Biomasa formowana (zrębki, pellet, brykiet, trociny, sieczka...)
- » Biogaz
- » Biopaliwa płynne (bioetanol, estry, inne)

# Paliwa stałe

- » Najczęściej – biomasa formowana
- » W zależności od rodzaju substratu – różne temperatury zużycowania popiołów
- » Na papierze – czyste źródło energii
- » Cena zależna od wielu czynników, nie tylko cen paliw kopalnych



<https://grube.pl/jak-rozlupywac-drewno-opalowe/>

# Pellet









<https://serwisy.gazetaprawna.pl/forum/biznesu/artykuly/1405255,najbardziej-ekonomiczne-ogrzewanie.html>

<https://www.okto24.pl/ogrzewanie-sklep/produkt/galmet-kociol-c-o-na-pellet-eko-gt-kpp-12-kw/>

# Biogaz

- » Rolniczy lub z odpadów
- » Dedykowane instalacje pod konkretny substrat
- » Można używać do kogeneracji, oczyszczony – do napędu pojazdów



# Biopaliwa płynne





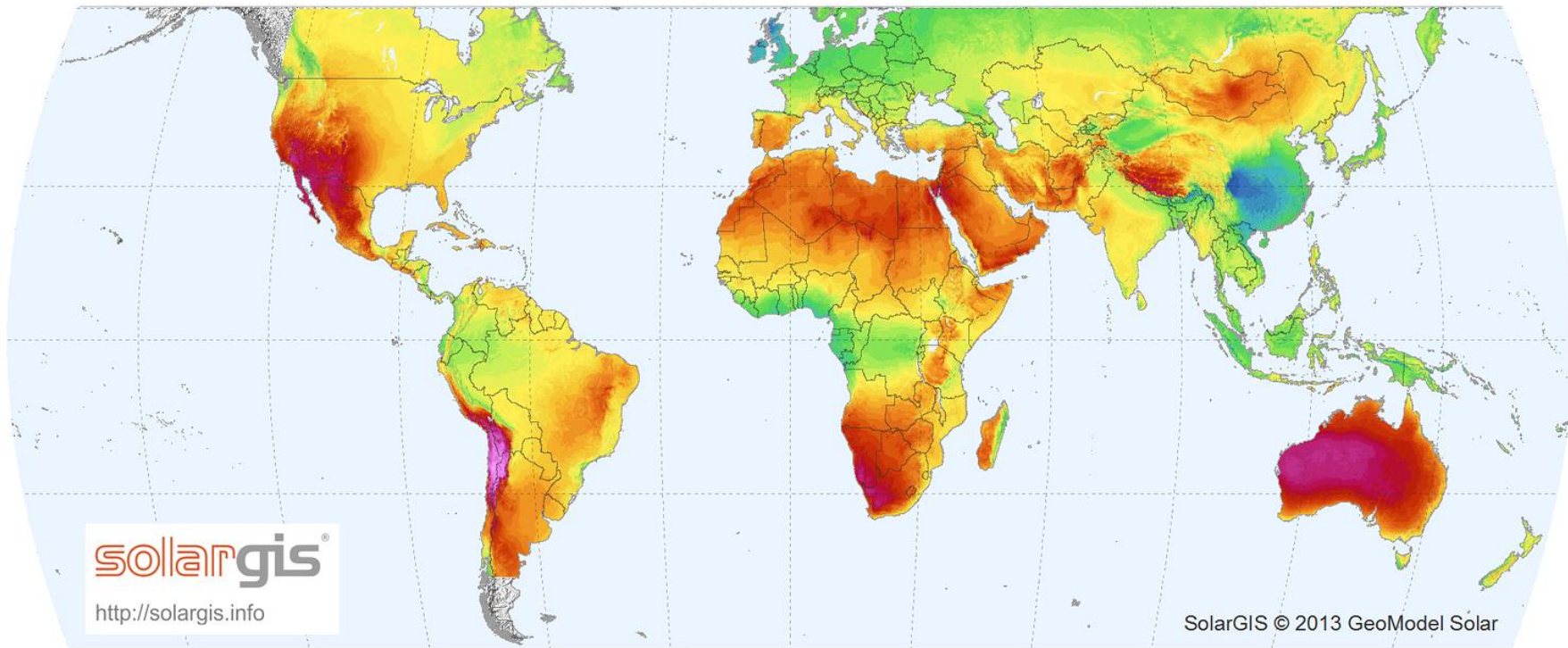
# Pytania?

# Energetyka słoneczna

# Energetyka słoneczna - zasoby

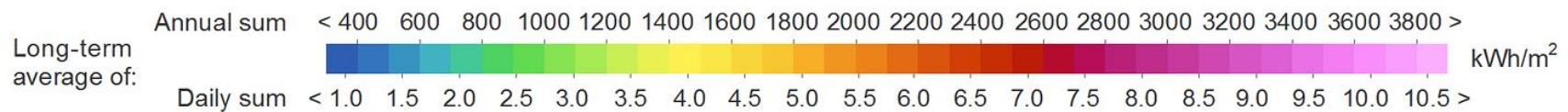
WORLD MAP OF DIRECT NORMAL IRRADIATION

GeoModel  
SOLAR



**solarGIS**  
<http://solargis.info>

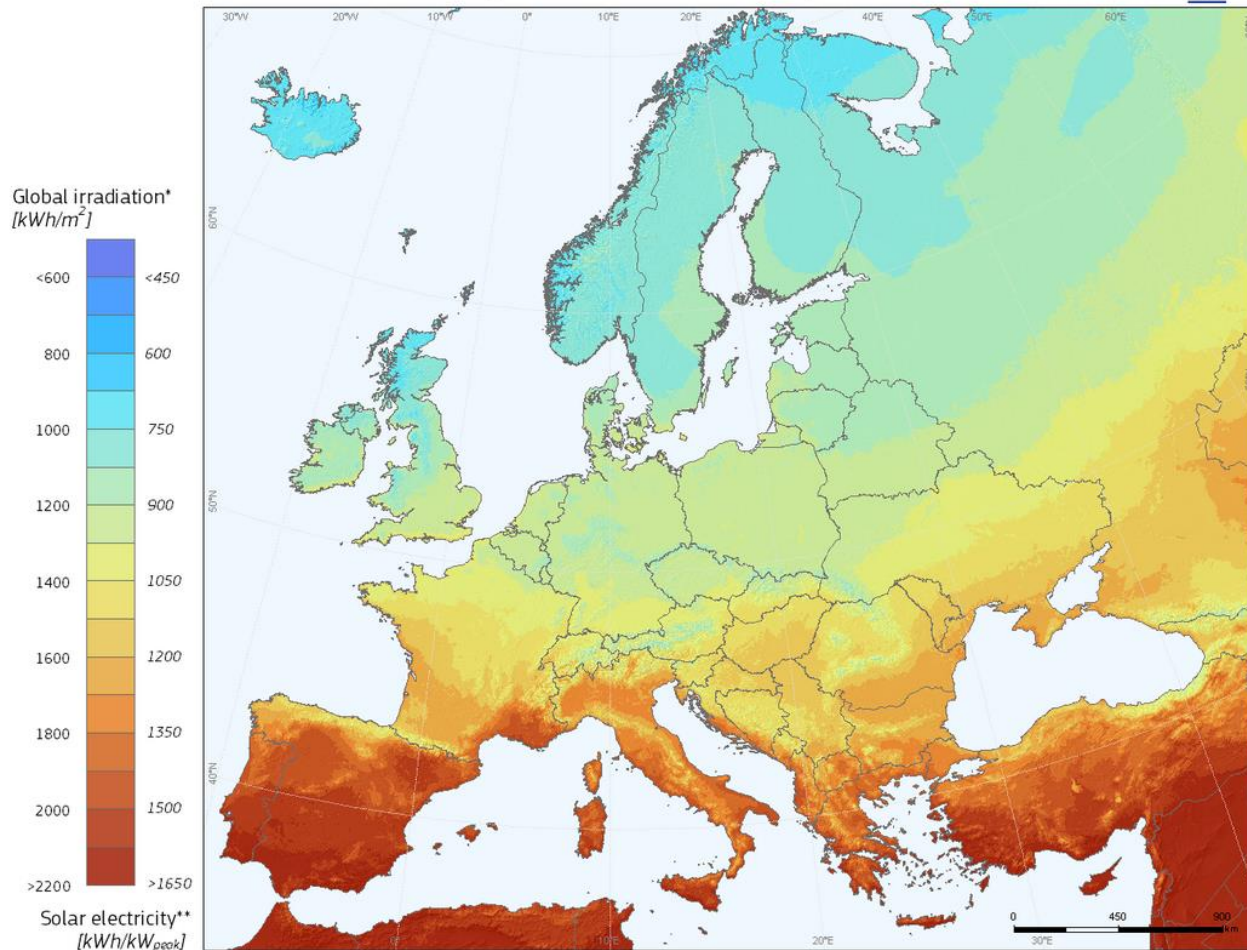
SolarGIS © 2013 GeoModel Solar



Mapa rozkładu nasłonecznienia

# Energetyka słoneczna - zasoby

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



\* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

\*\*Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW<sub>p</sub> system with a performance ratio of 0.75

© European Union, 2012  
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

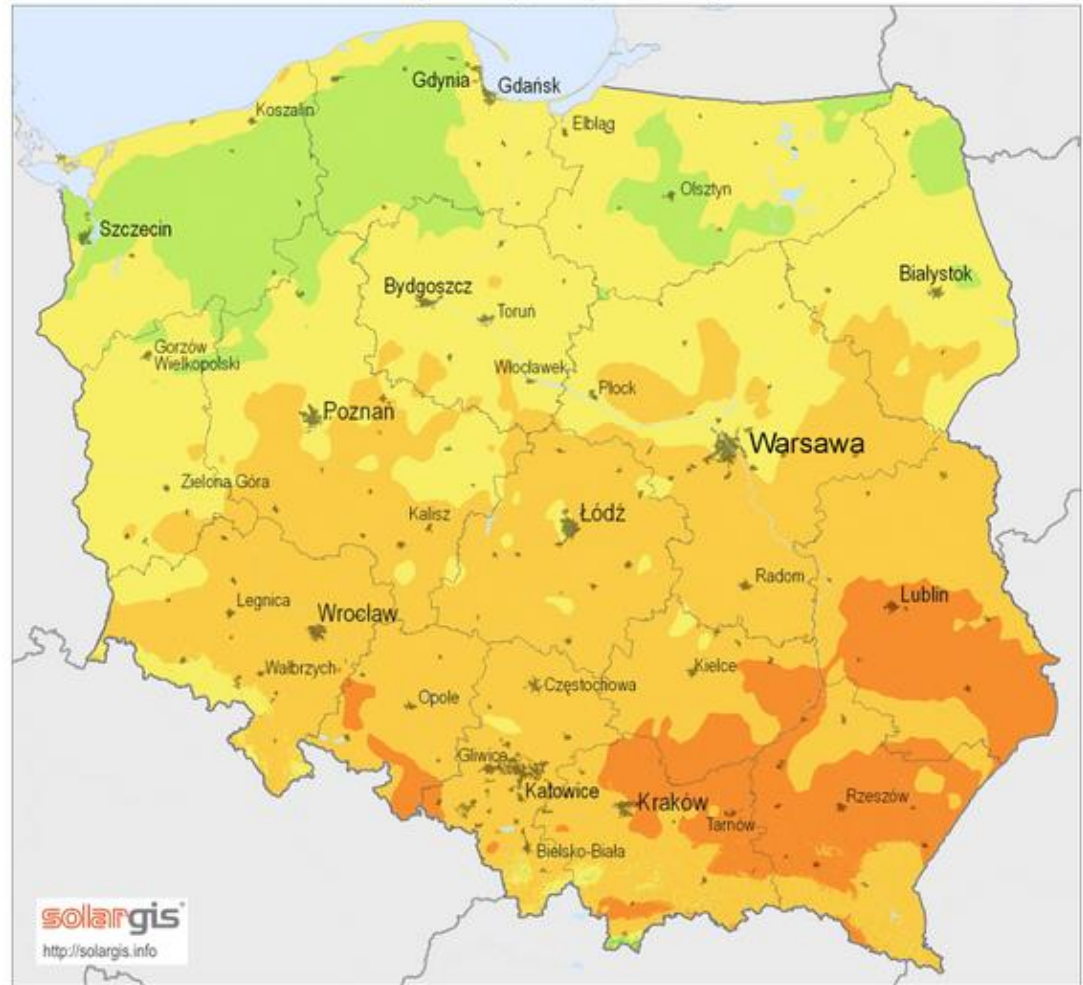
Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua  
EC - Joint Research Centre  
In collaboration with: CM SAF, [www.cmsaf.eu](http://www.cmsaf.eu)

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication



# Energetyka słoneczna - zasoby

Globalne nasłonecznienie na płaszczyźnie poziomej Polska



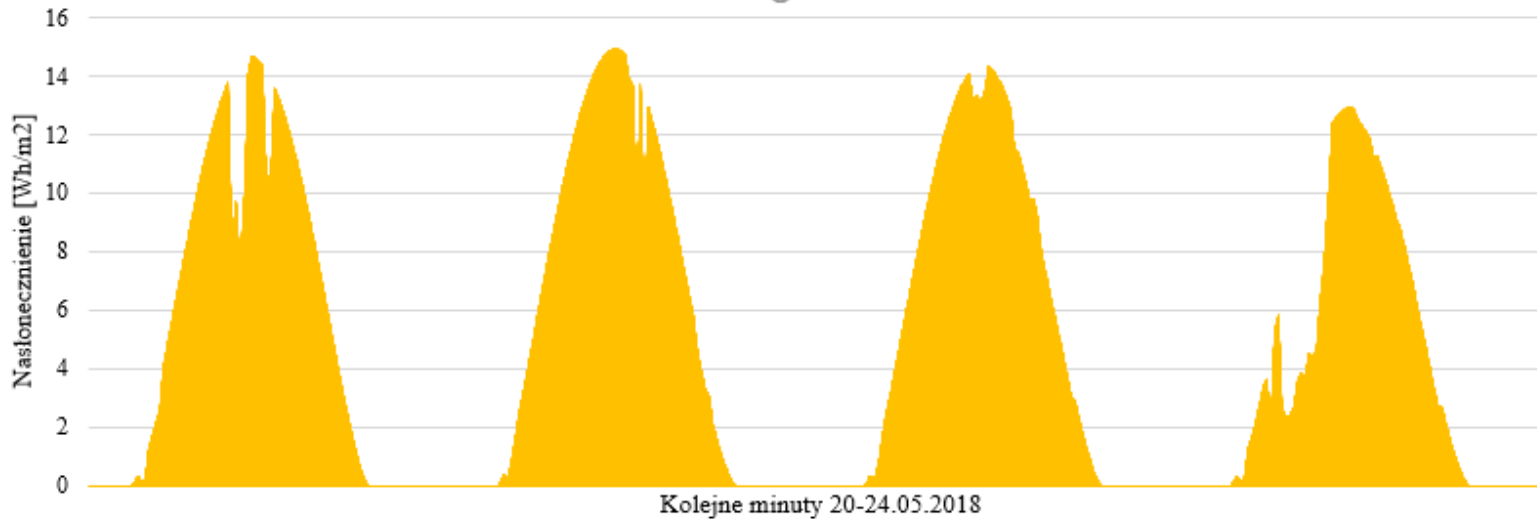
Średnia suma roczna (4/2004 - 3/2010)



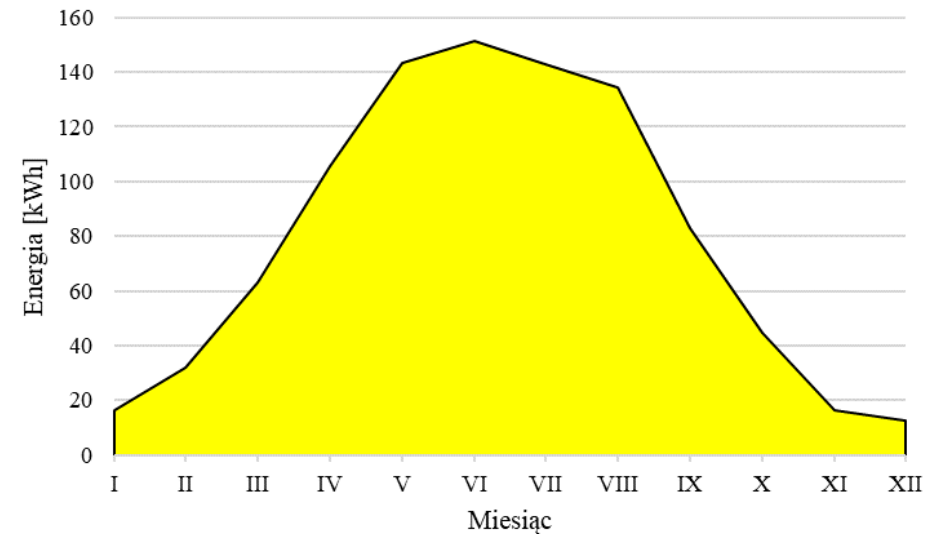
0 50 100 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

# Generacja vs zapotrzebowanie



950-1050 [kWh/kWp]



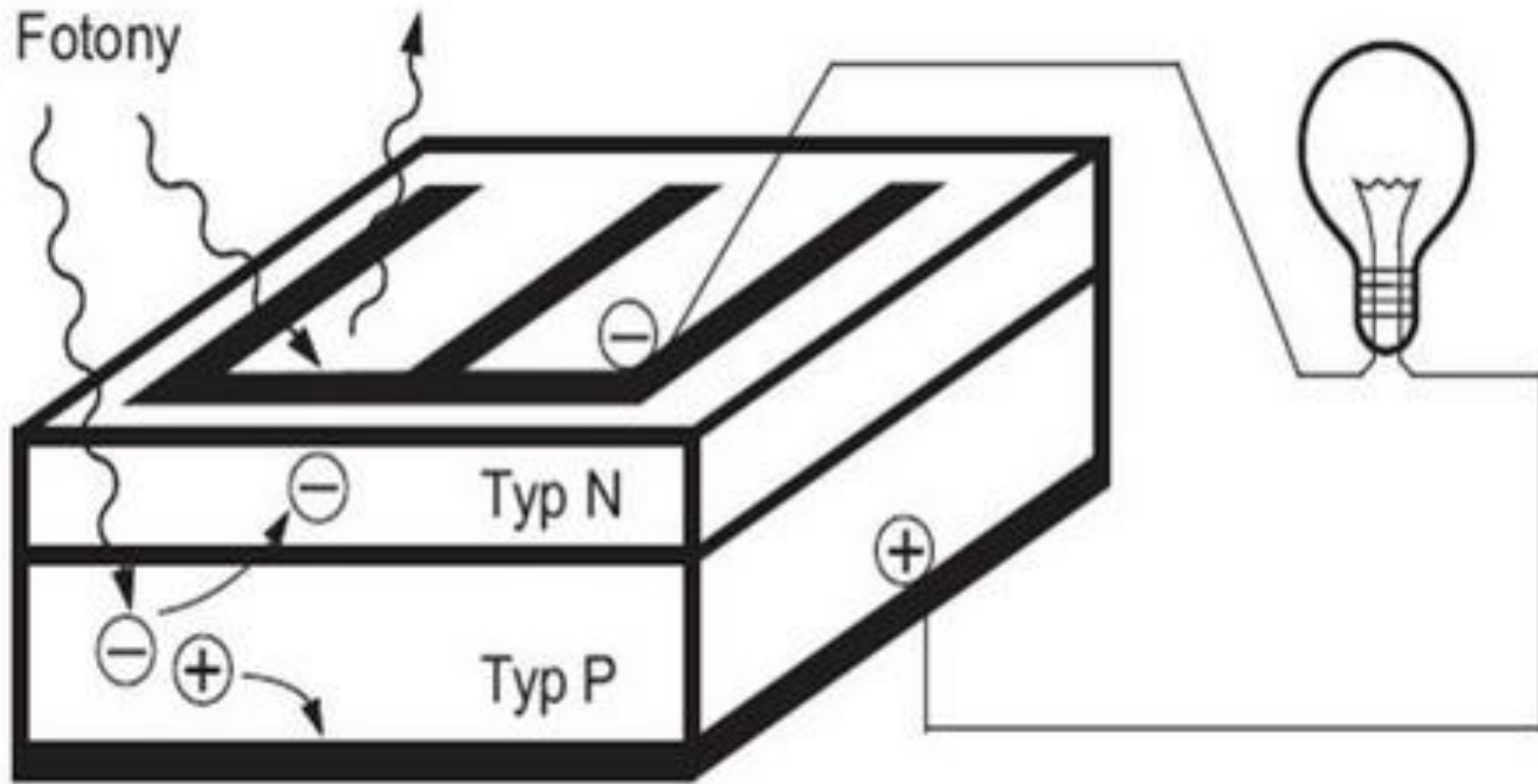
# Energetyka słoneczna

Fototermika

Fotowoltaika

PVT

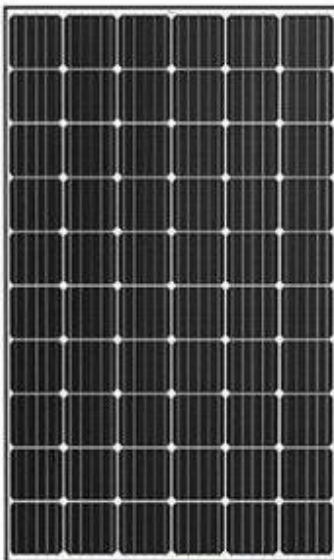
# Fotowoltaika



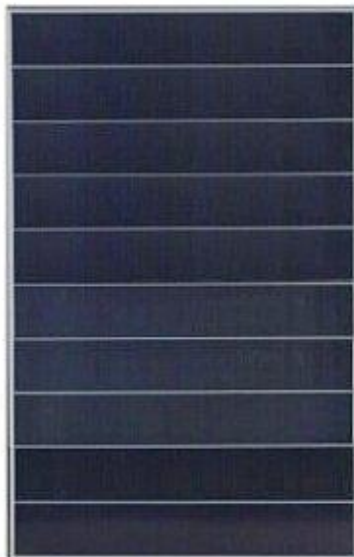
# Solar Cell Type And Efficiency \*



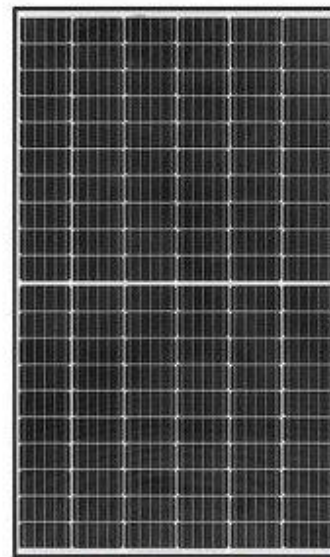
**Poly PERC**  
**16 - 17%**



**Mono PERC**  
**17 - 19%**



**Shingled mono cells**  
**18 - 20%**



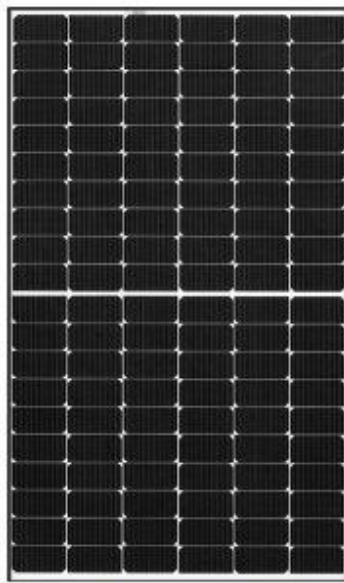
**Half-cut mono PERC**  
**18 - 20%**



**Half-cut mono PERC MBB**  
**19 - 20.5%**



**Shingled mono PERC**  
**19 - 20.5%**

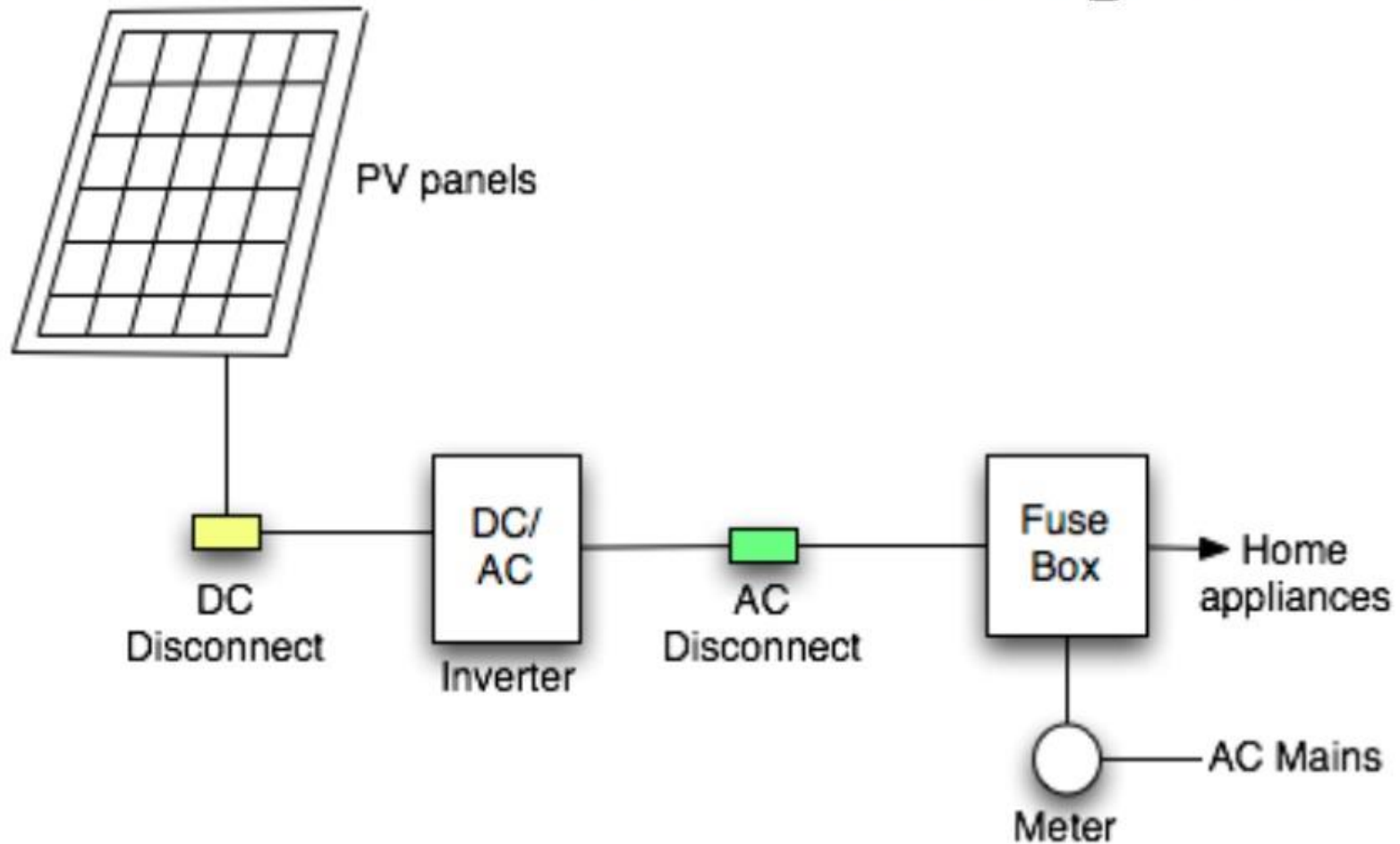


**Half-cut MBB heterojunction**  
**20 - 22%**

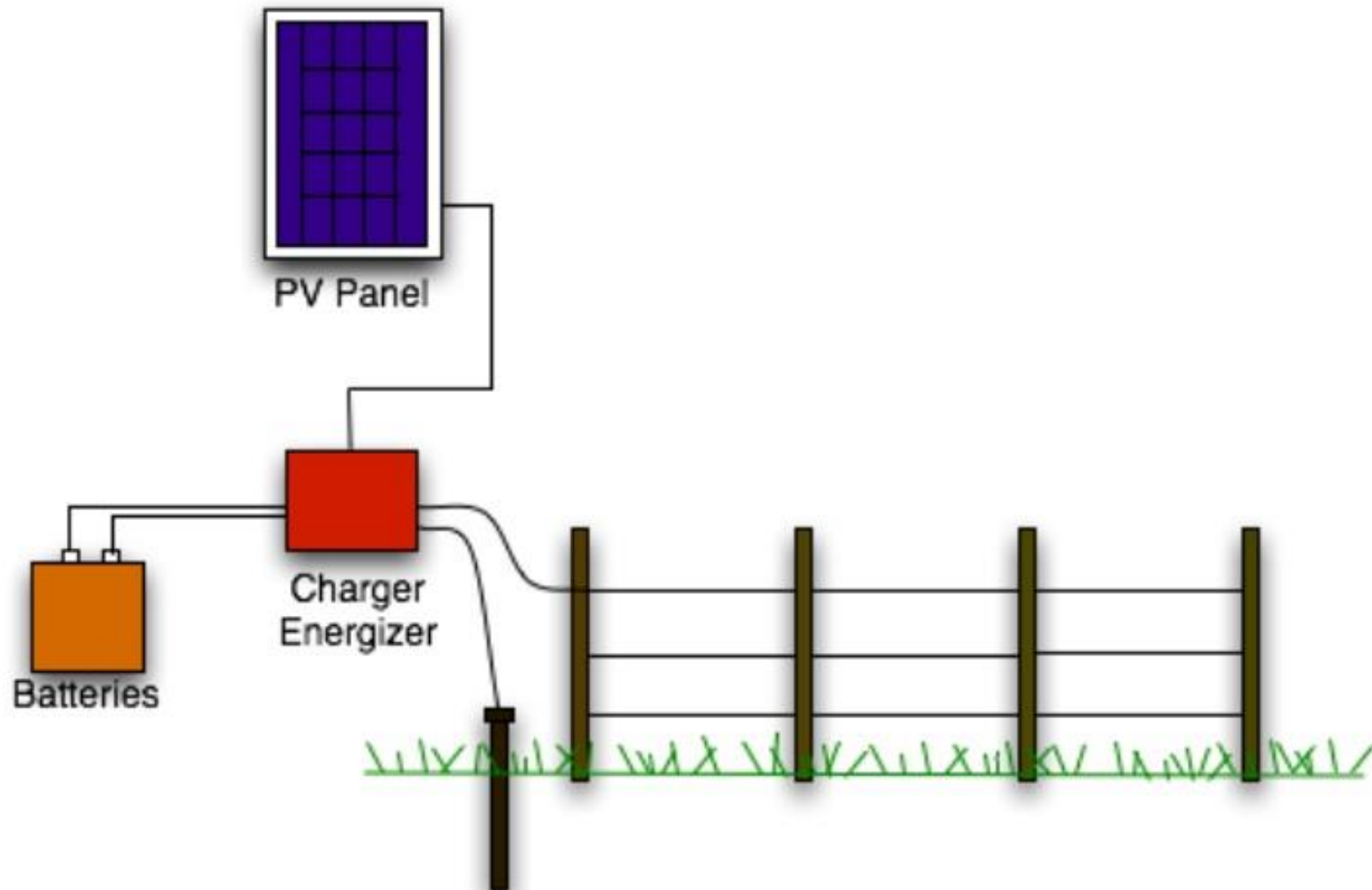


**N-type IBC**  
**20 - 23%**

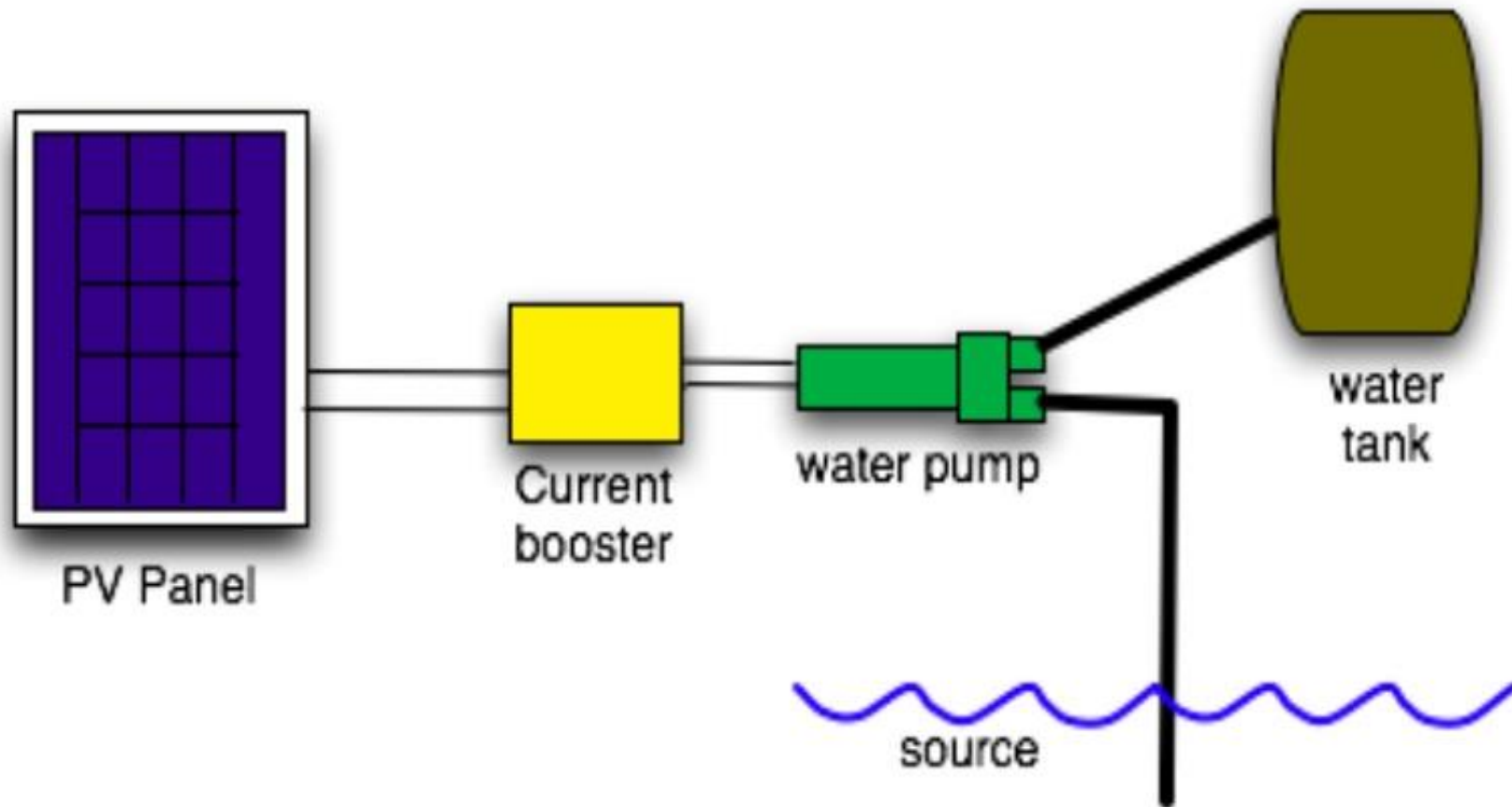
# System przyłączony do sieci On-grid Grid-tie Diagram



# Project: Electric fence

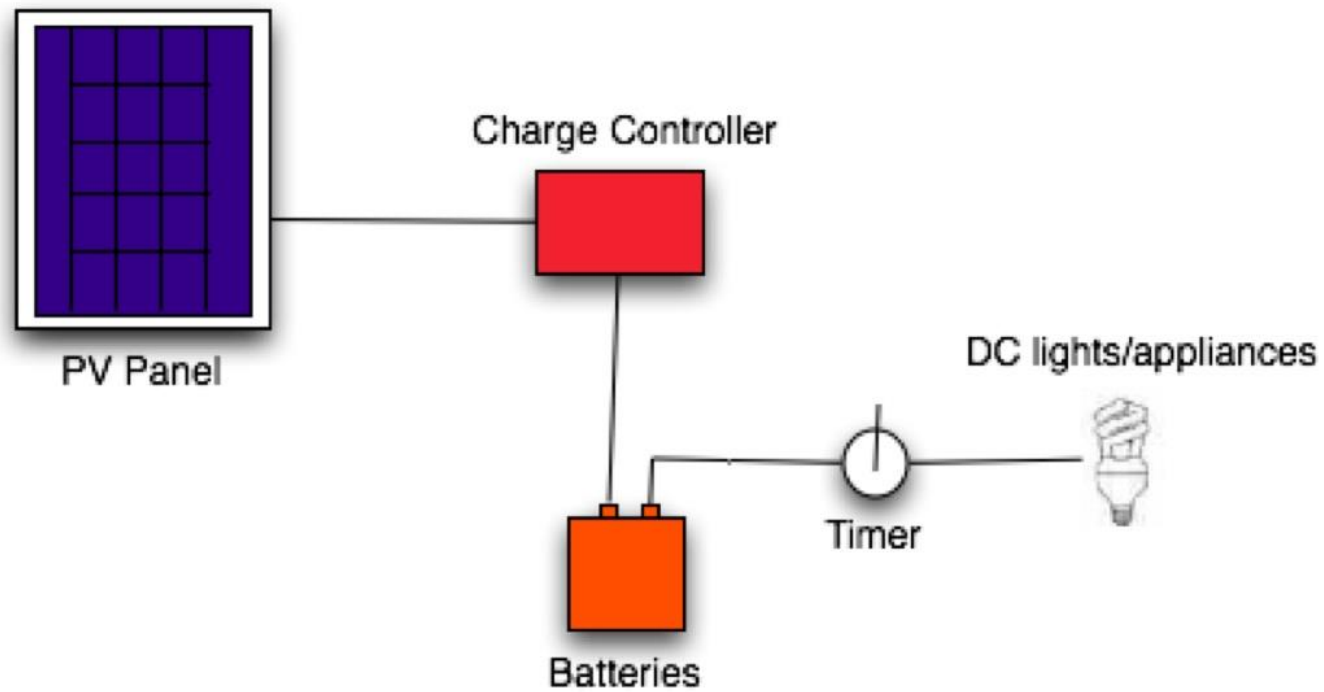


# Solar Pump Diagram

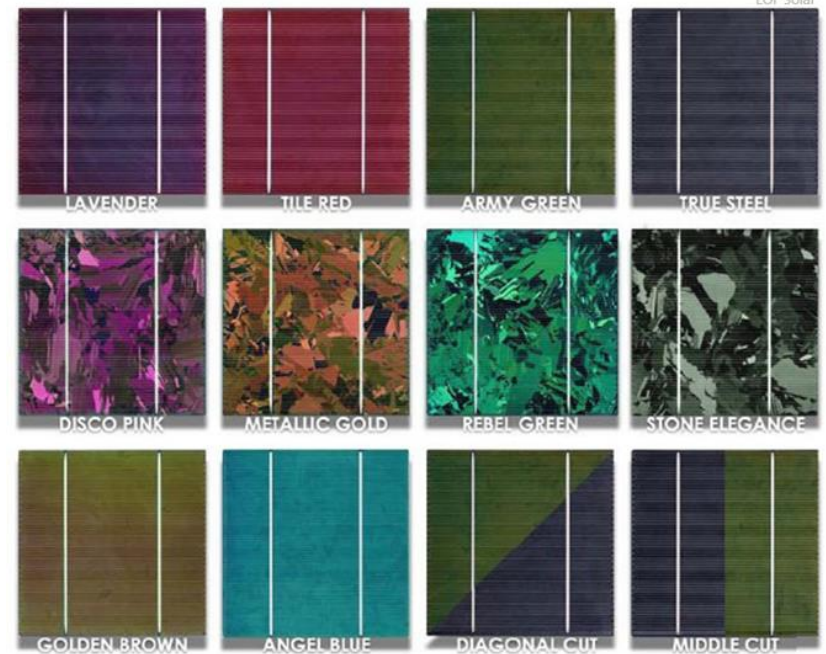




# Project: Barn Lighting



# BAPV i BIPV

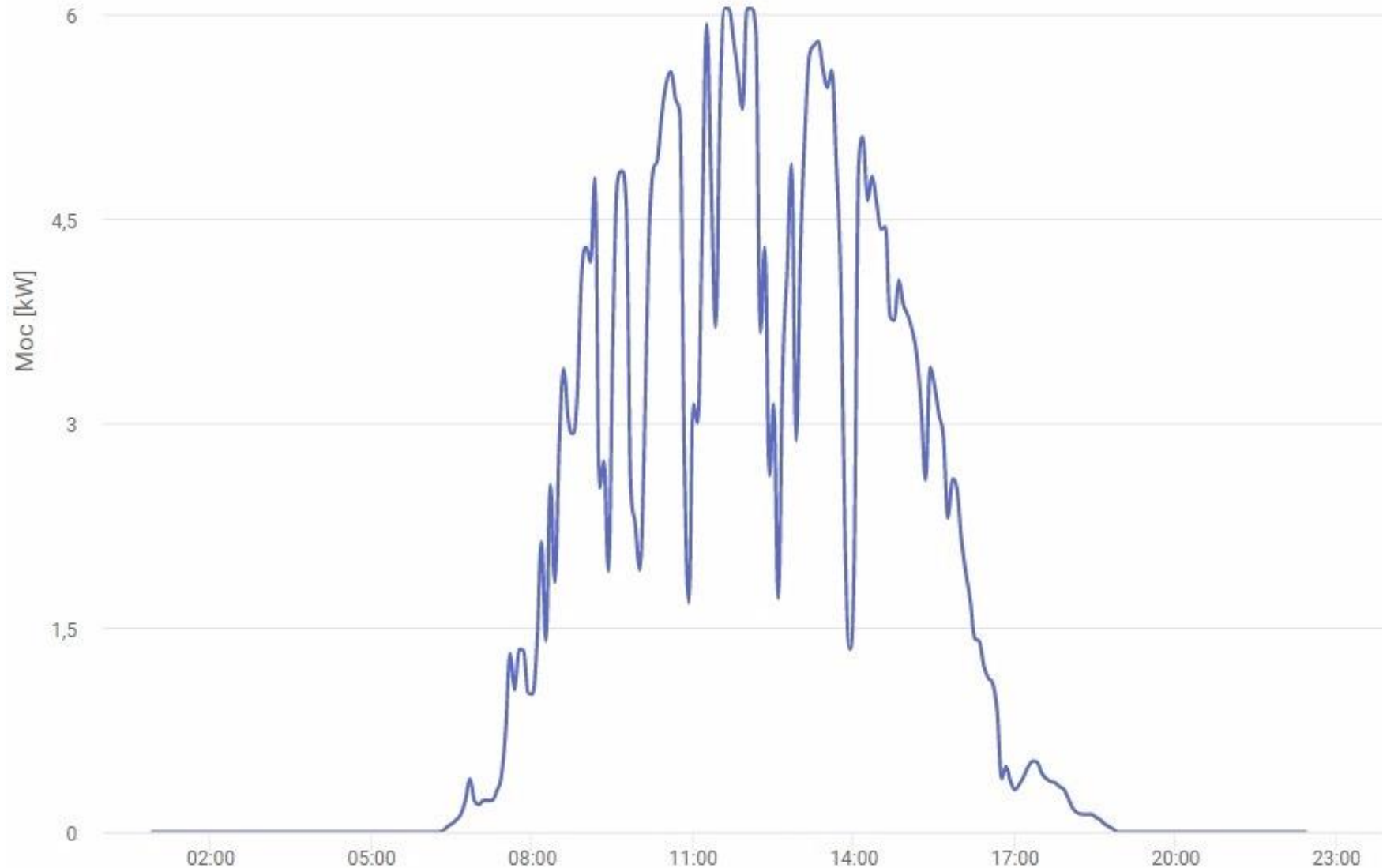


[https://en.wikipedia.org/wiki/Building-integrated\\_photovoltaics#/media/File:BAPV\\_solar-facade.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Building-integrated_photovoltaics#/media/File:BAPV_solar-facade.JPG)

<http://www.asiagreenbuildings.com/7347/implementing-building-integrated-photovoltaics-bipv/>

<http://europastudio.com.au/next-gen-building-design/solar-building-design-sbd/building-integrated-photovoltaics-bipv/>

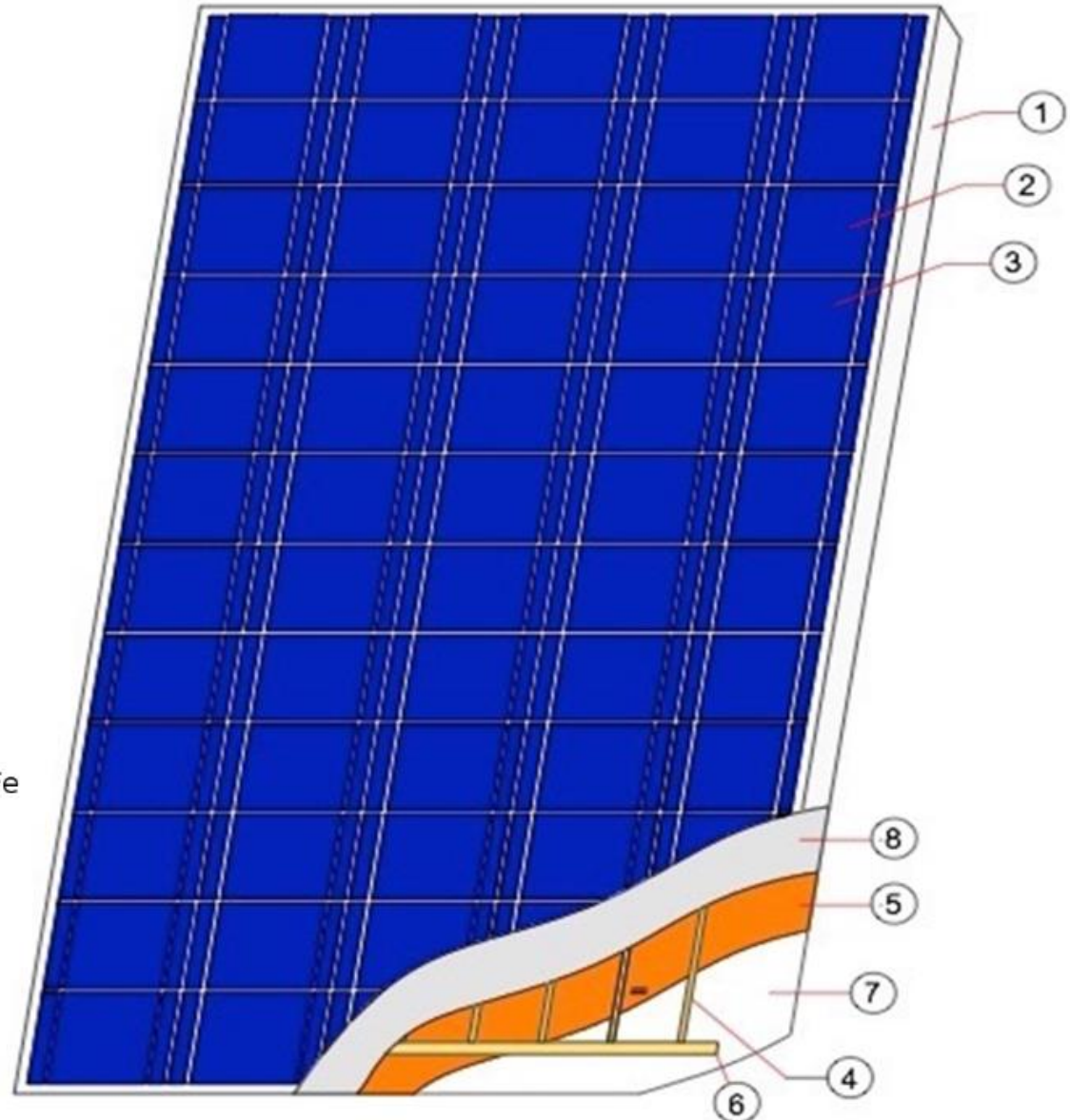
# Niestabilność produkcji



# PVT

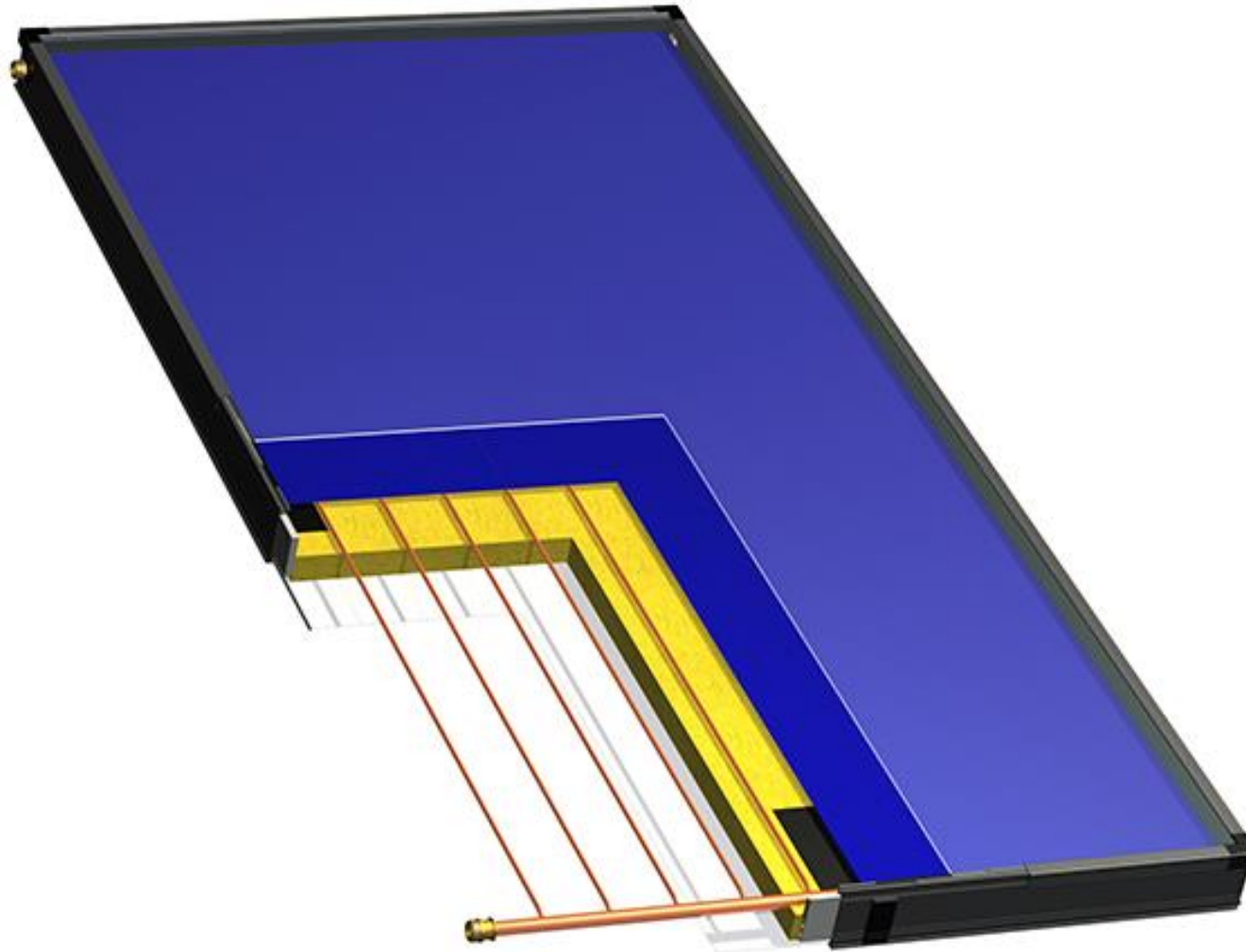


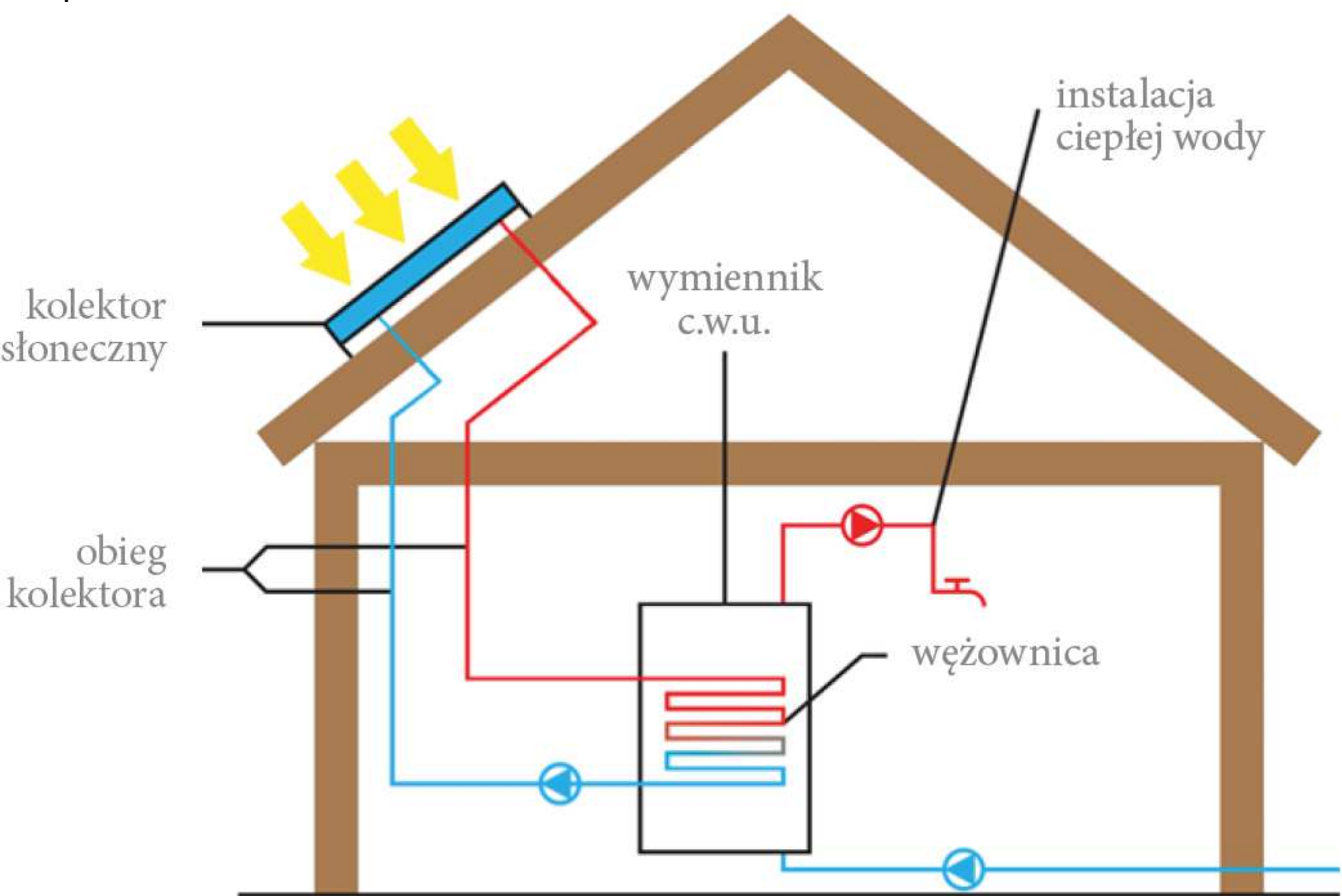
## Budowa kolektora SOLAR-ET PVT



1. Rama aluminiowa
2. Szkło solarne o niskiej zawartości Fe
3. Moduł fotowoltaiczny
4. Przewody miedziane absorbera
5. Izolacja
6. Wlot/ Wylot z absorbera
7. Tylna pokrywa aluminiowa
8. Absorber

# Fototermika







# Pytania?

# Energetyka wiatrowa



# Rodzaje turbin wiatrowych

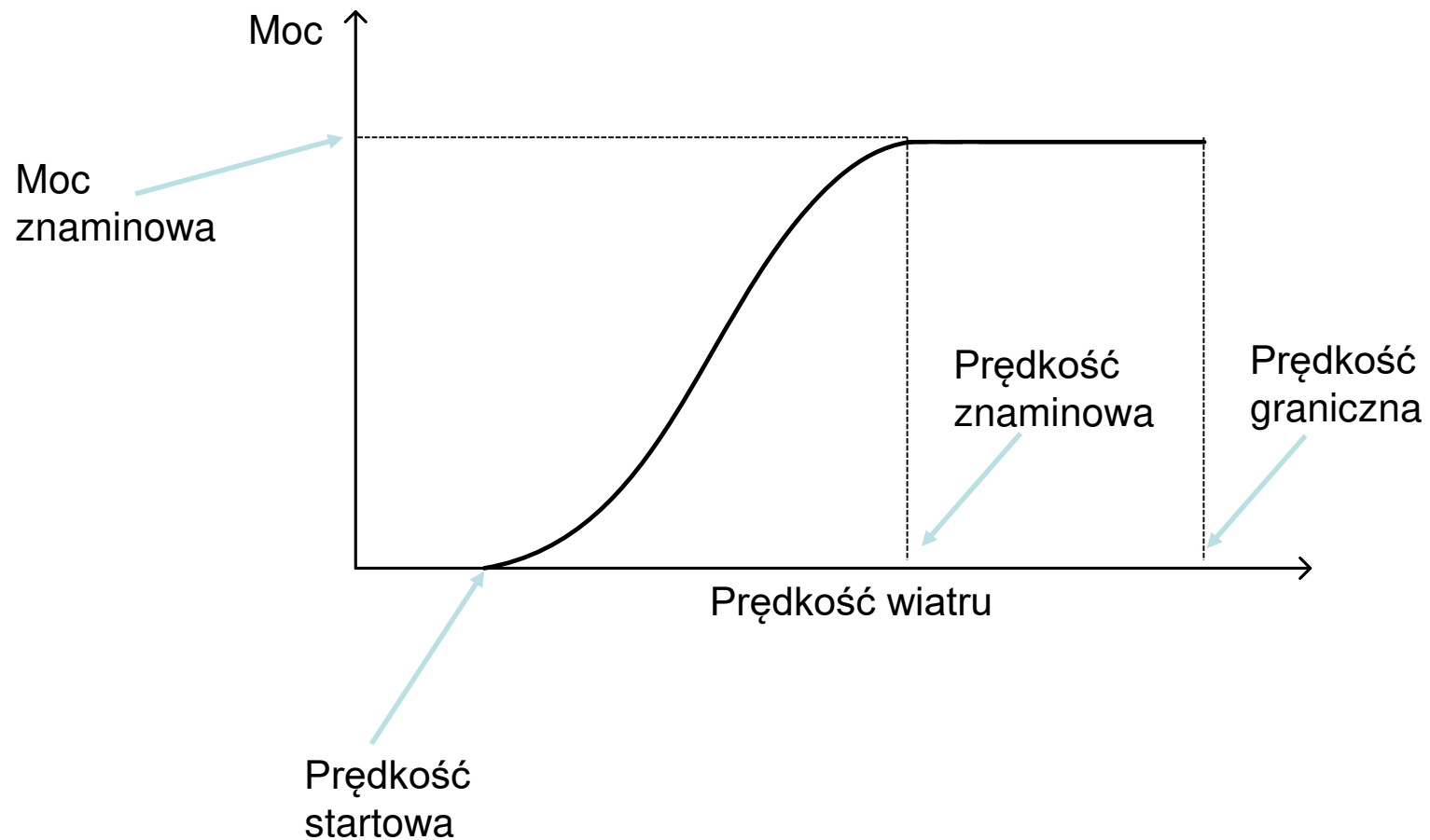


[wind-turbine-models.com](http://wind-turbine-models.com)



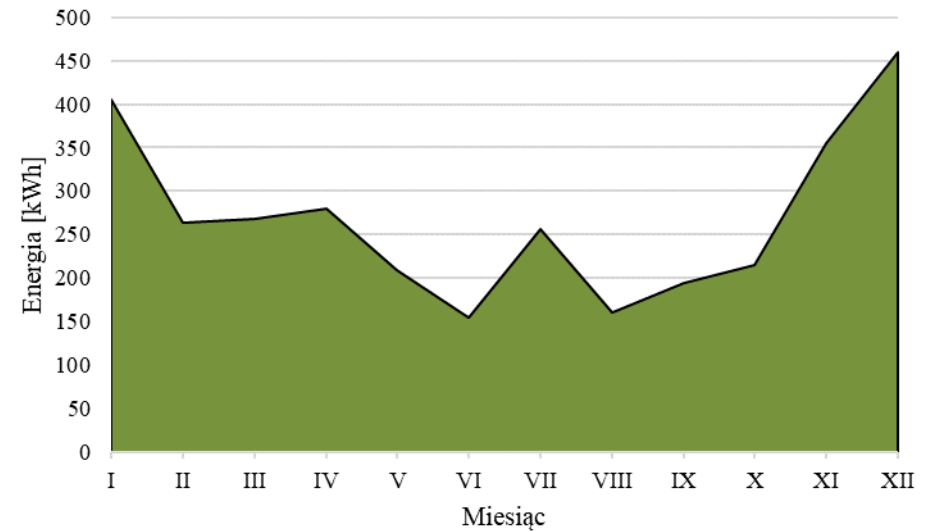
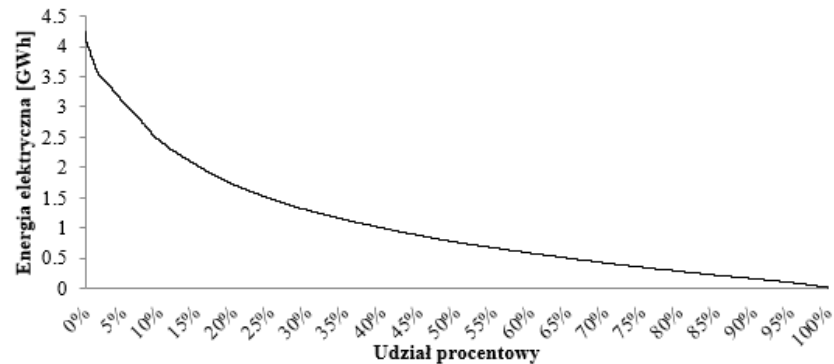
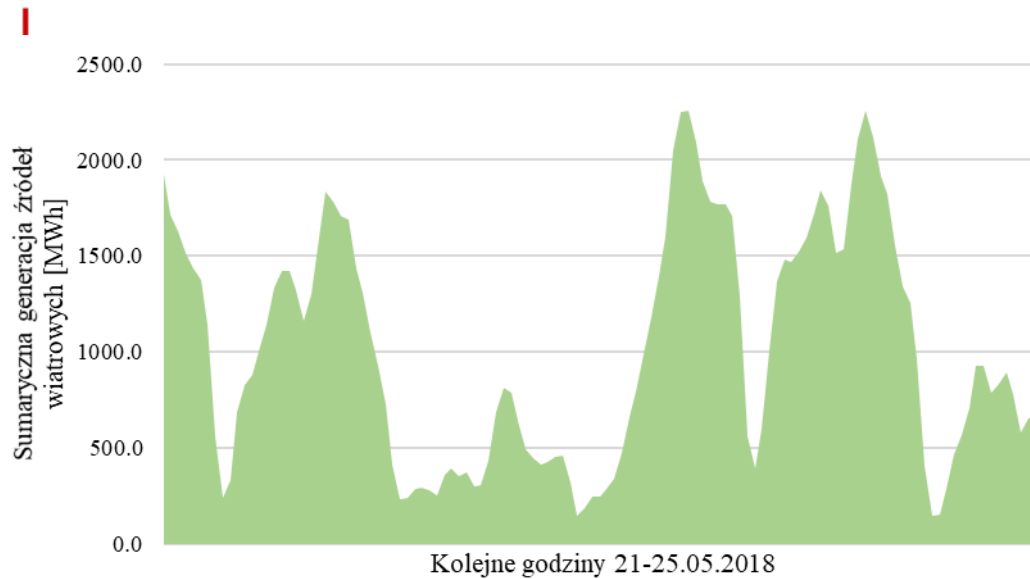
<https://bobbischof.com/about/vertical-axis-wind-turbines-for-micro-generation/>

# Energia wiatru - krzywa mocy



# Wiatr

## – zmienność generacji



Rys. 14. Wykres uporządkowany generacji źródeł wiatrowych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych (PSE 2016)



*The wind industry reports about 11 fires per year, but the researchers found there are more likely about 117 wind turbine fires annually across more than 200,000 turbines.*



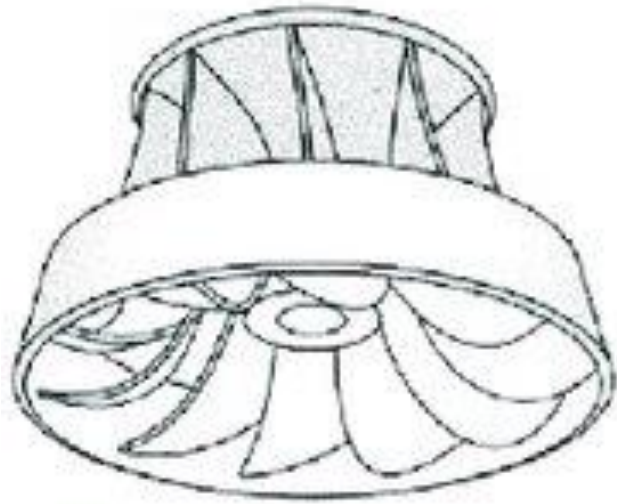
# Pytania?

# Energetyka wodna

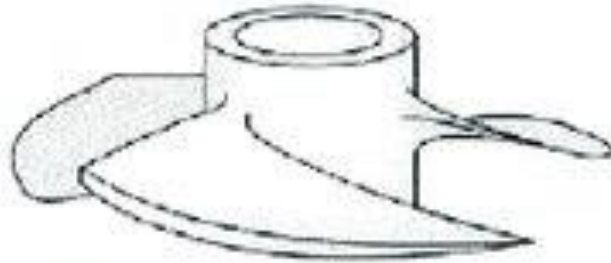
# Elektrownie wodne

- » moc zainstalowana
- » spad
- » przeznaczenie
- » typ elektrowni
- » hydrologia
- » relacja z systemem

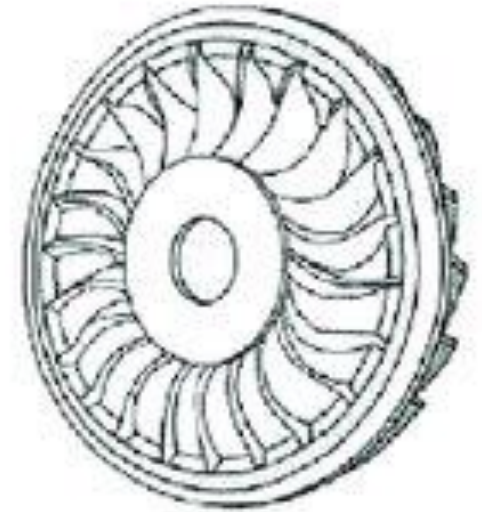




Francis



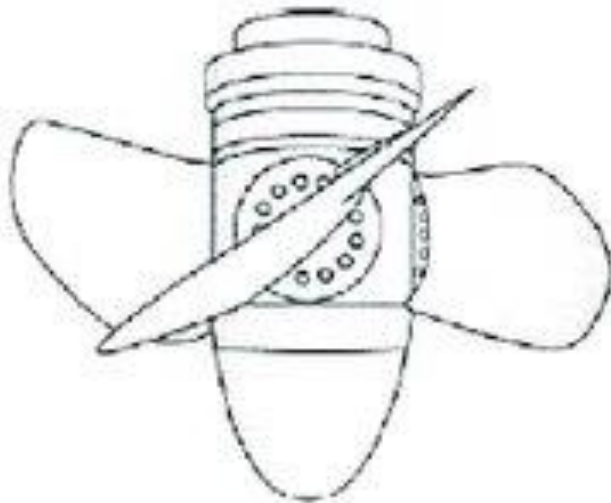
Fixed pitch propeller



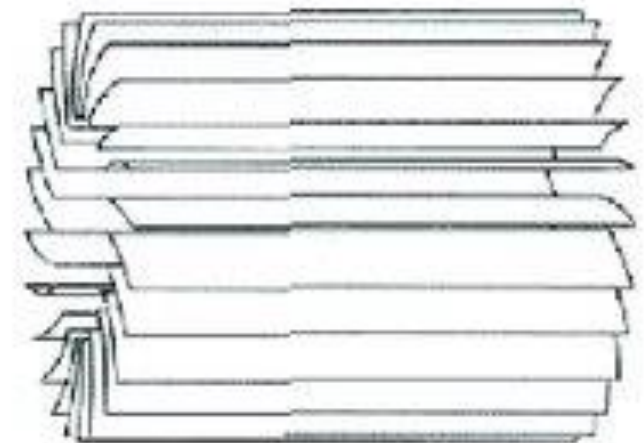
Turgo



Pelton



Kaplan



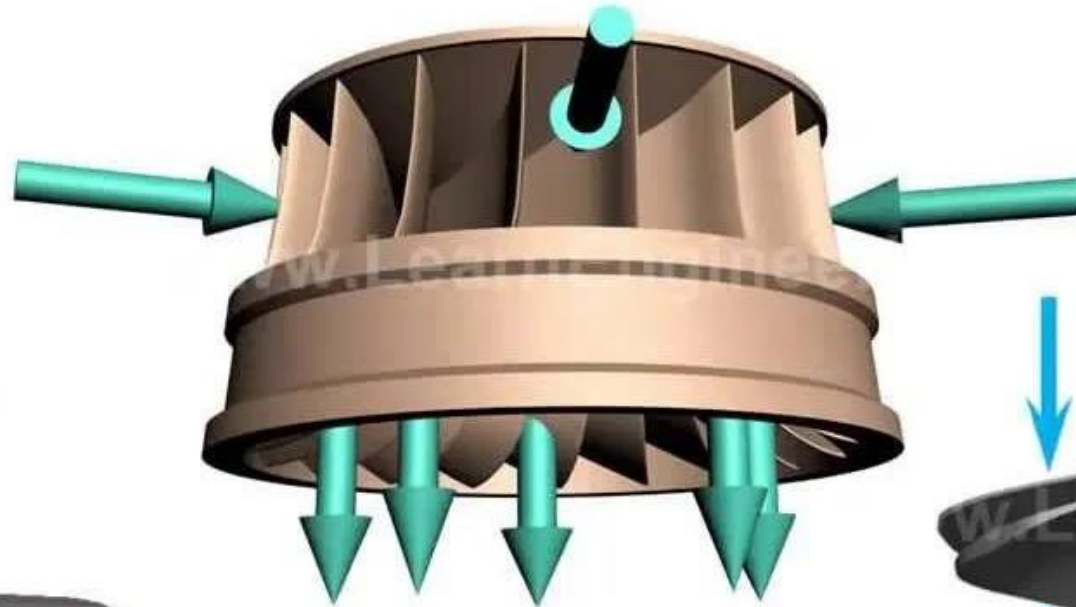
Crossflow

Hatata, A. Y., M. M. El-Saadawi, and S. Saad. "A feasibility study of small hydro power for selected locations in Egypt." *Energy Strategy Reviews* 24 (2019): 300-313.

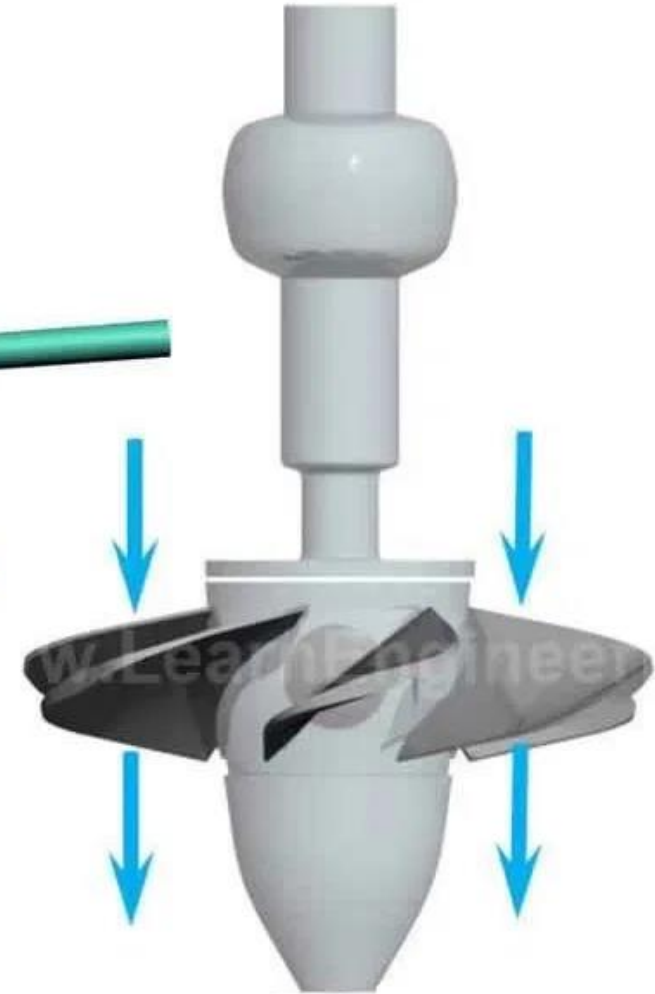




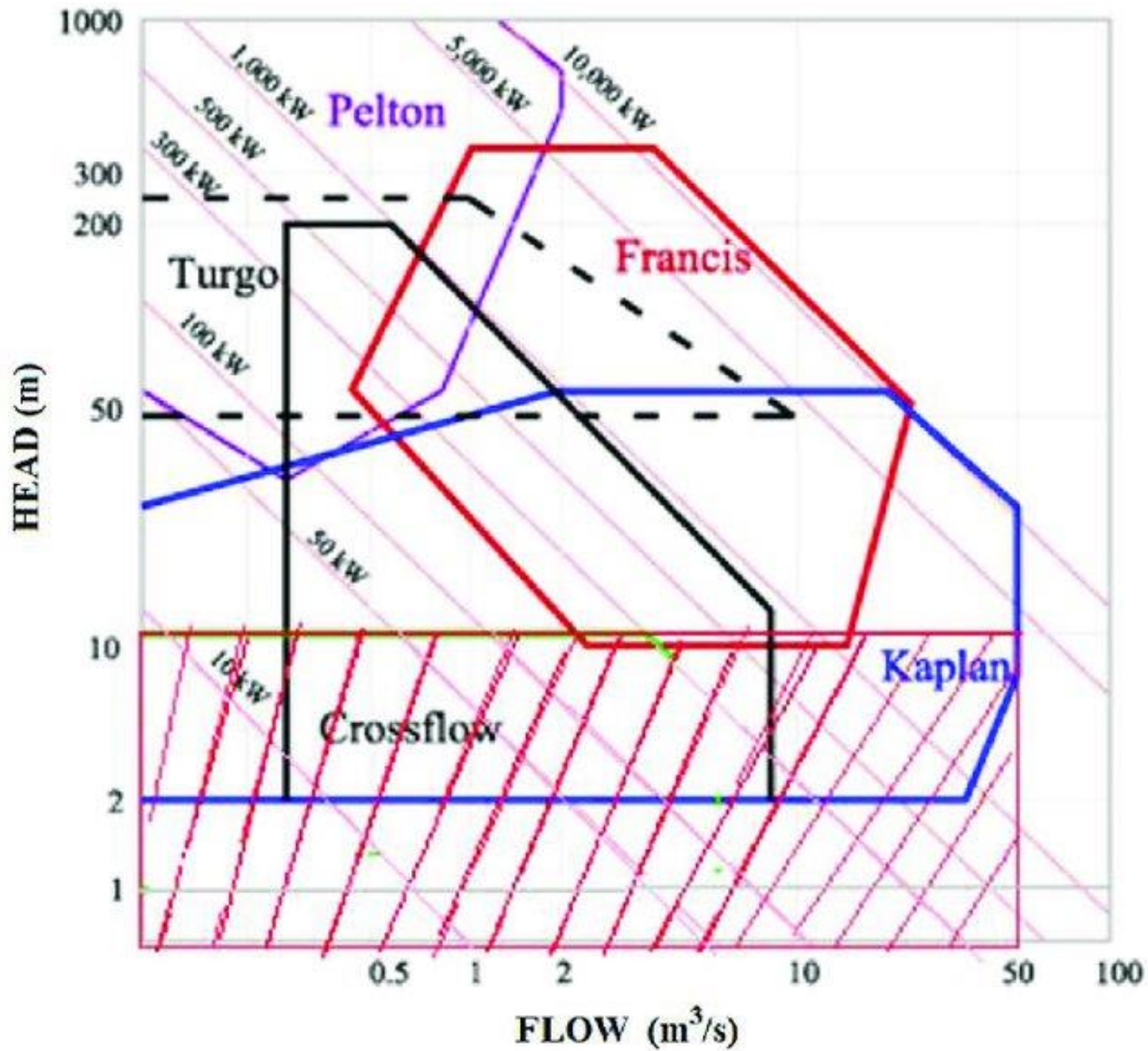
PELTON TURBINE



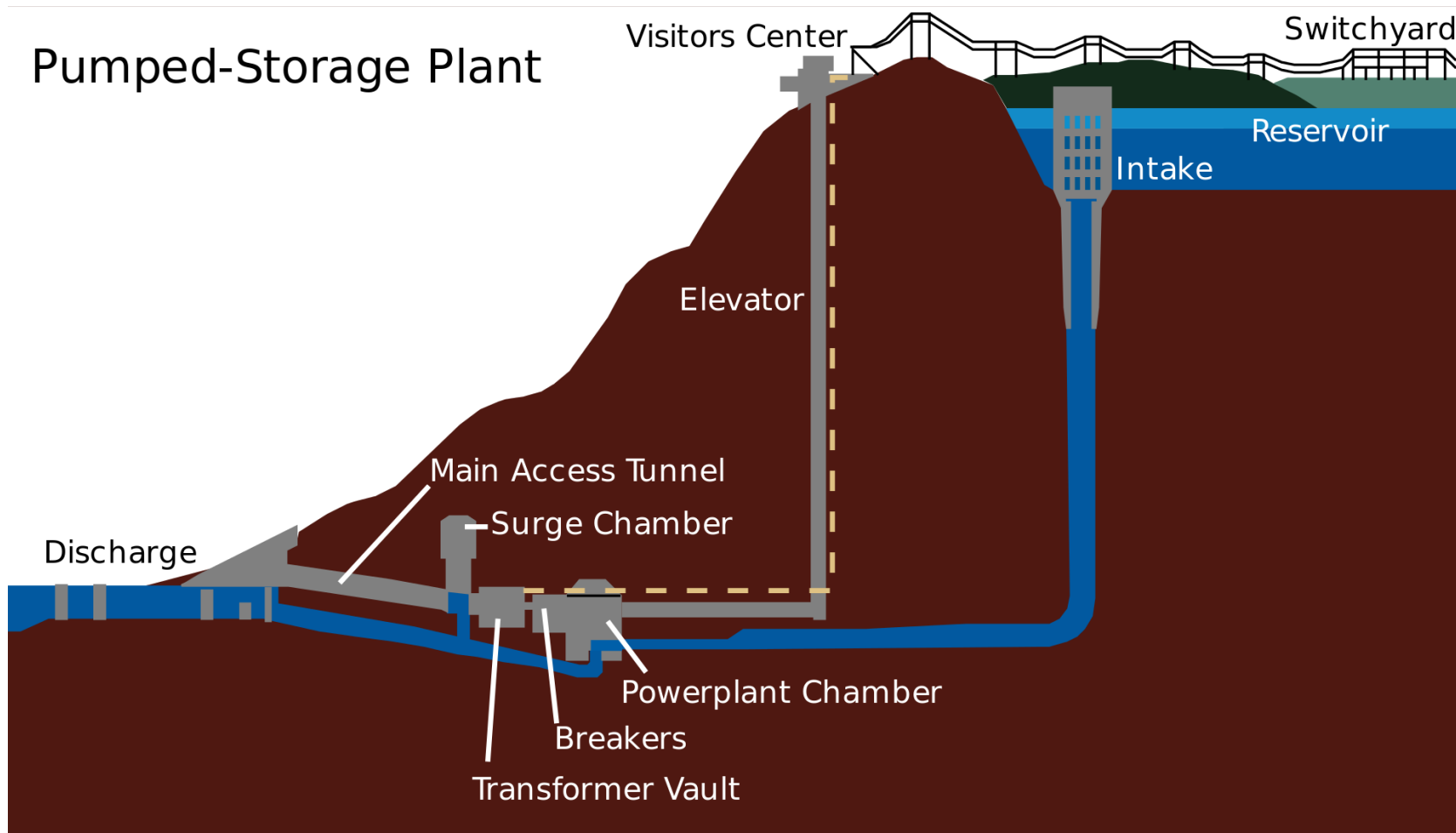
FRANCIS TURBINE



KAPLAN TURBINE



# Elektrownie szczytowo-pompowe to nie OZE!



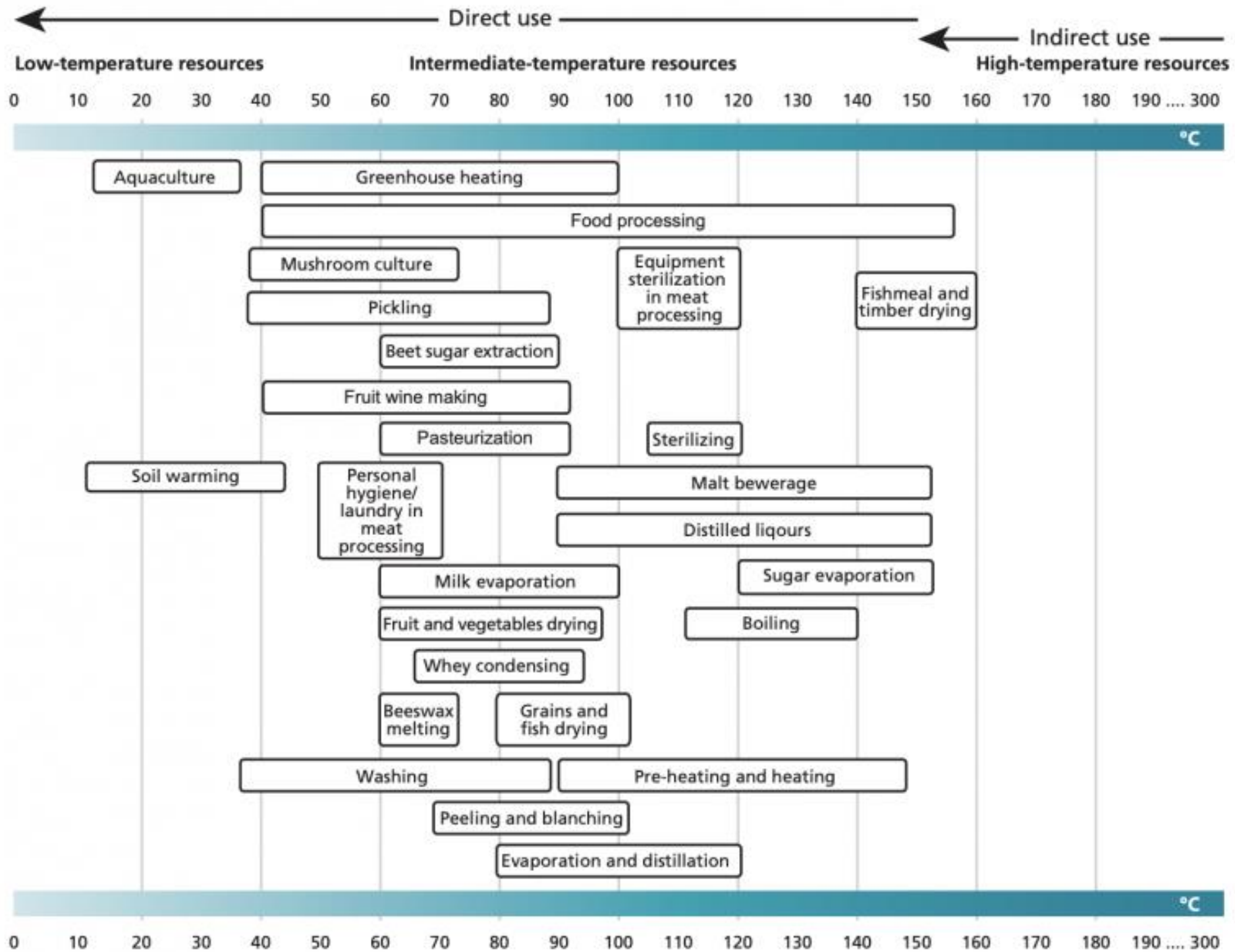


# Pytania?

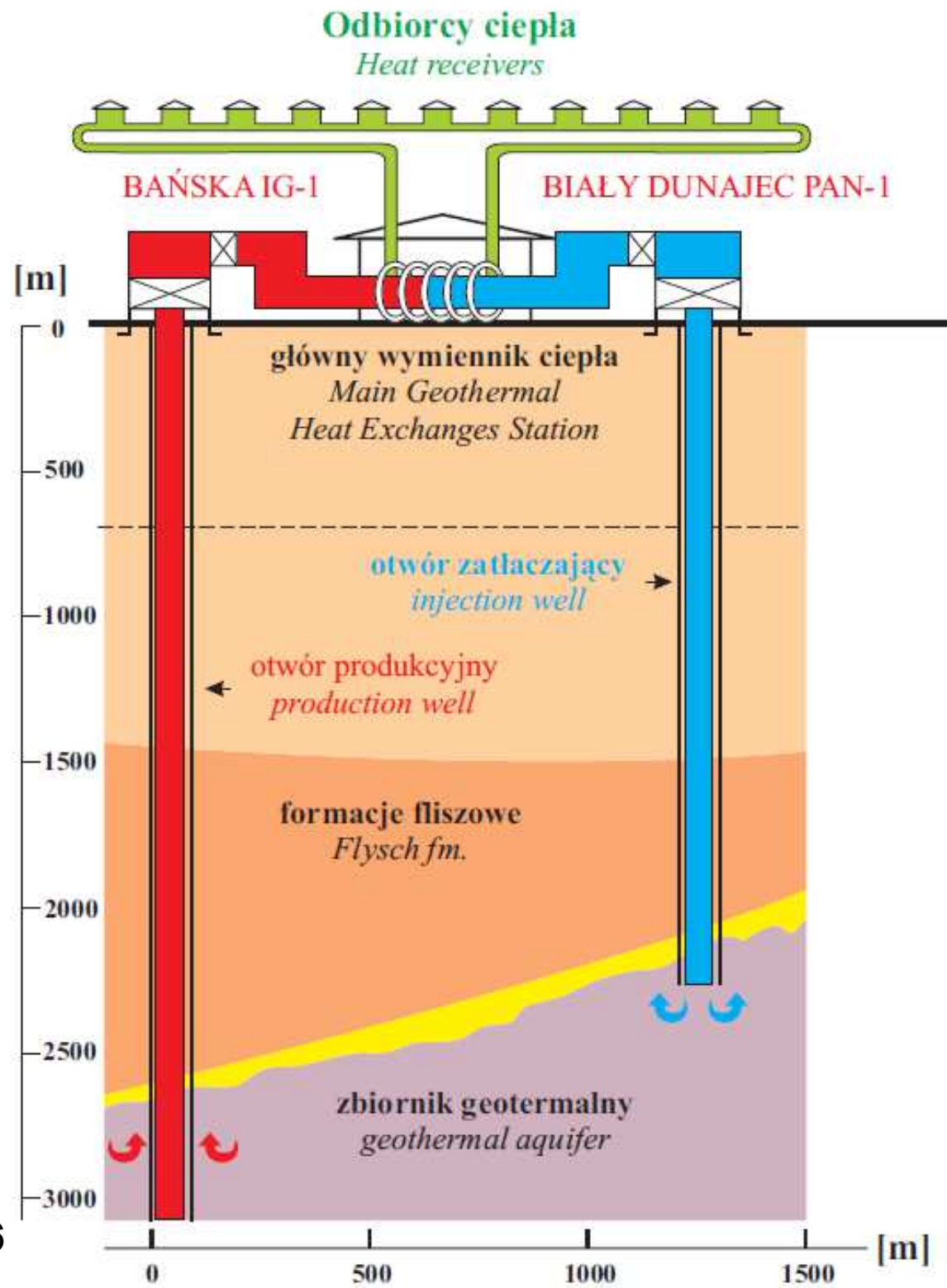
# Energetyka geotermalna

# Energia geotermalna

- » Energia cieplna zgromadzona pod powierzchnią ziemi w skałach lub płynach
- » Różne temperatury
- » Różne sposoby wykorzystania



Source: P.G. Pálsson, 2013.





# Co warto wiedzieć o OZE?

- » Ich potencjał jest bardzo duży, a koszty ponosimy głównie na etapie inwestycji
- » Nie są rozwiązaniem uniwersalnym – nie każda technologia sprawdzi się w każdym miejscu
- » Każde z nich ma swoją charakterystykę, a jej znajomość jest konieczna do prawidłowego dobrania i zaprojektowania instalacji