

## Odnawialne źródła energii

### I. Czym są odnawialne źródła energii?

Odnawialnymi źródłami energii nazywamy takie źródła, których nie można wyeksploatować. Coroczny stopień odnawiania takich źródeł przewyższa roczne ich zużycie na całej planecie. Bardzo ważny jest fakt, że pozyskiwanie tego typu źródeł energii wiąże się z brakiem lub bardzo niskim negatywnym wpływem na środowisko. Odnawialne źródła energii stanowią zasoby naturalne, takie jak:

- Energia słoneczna
- Energia wiatru
- Energia wody
- Energia geotermalna
- Biomasa



Już w zamierzchłych czasach ludzie wykorzystywali odnawialne źródła energii. Człowiek pierwotny wykorzystywał promienie słoneczne do suszenia i ogrzewania. Spalanie biomasy w celach pozyskania energii, czyli palenie ognisk było przełomem cywilizacyjnym w dziejach ludzkości. W średniowieczu powszechnym było wykorzystanie energii wiatru i spadku wody do napędzania urządzeń takich jak młyny wodne i wiatraki.

### Zasoby energii odnawialnej

Zasoby energii odnawialnej są ogromne. Zaledwie w ciągu godziny dociera do Ziemi więcej energii słonecznej niż wynosi jej roczne zużycie na naszej planecie. Jednakże należy pamiętać, że choćby ze względów technologicznych nie jesteśmy w stanie wykorzystać całych dostępnych zasobów. Poniższa tabela przedstawia ilość dostępnej energii dla poszczególnych zasobów oraz zapotrzebowanie na energię.

Odnawialne źródło	Zasoby w EJ
-------------------	-------------

<b>Energia słoneczna</b>	3850000
<b>Biomasa</b>	2900
<b>Energia wiatru</b>	2250
<b>Energia geotermalna</b>	1394
<b>Energia spadku wód</b>	148
<b>Światowe zapotrzebowanie na energię pierwotną</b>	487
<b>Światowe zapotrzebowanie na elektryczność</b>	56,7

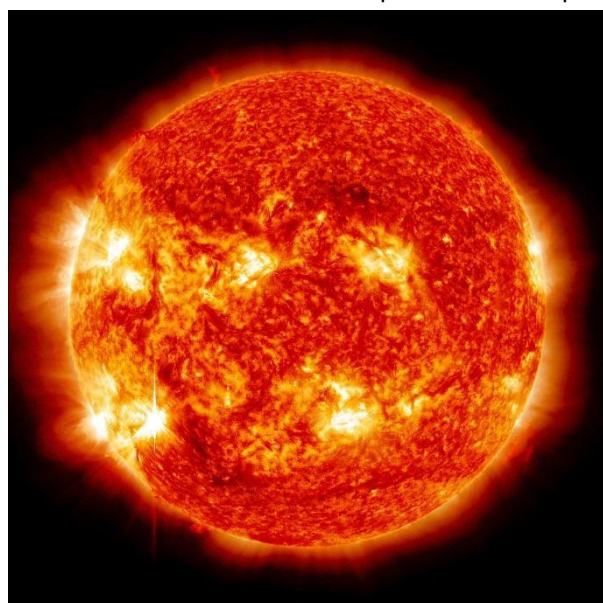
## Energia słoneczna

### Słońce

Promieniowanie docierające ze Słońca jest podstawowym źródłem energii odnawialnej. Jest to jedyne źródło pochodzące spoza naszej planety. Dzięki niemu mogło wyewoluować życie na ziemi. Jest niezbędne do wielu procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w żywych organizmach i nie tylko.



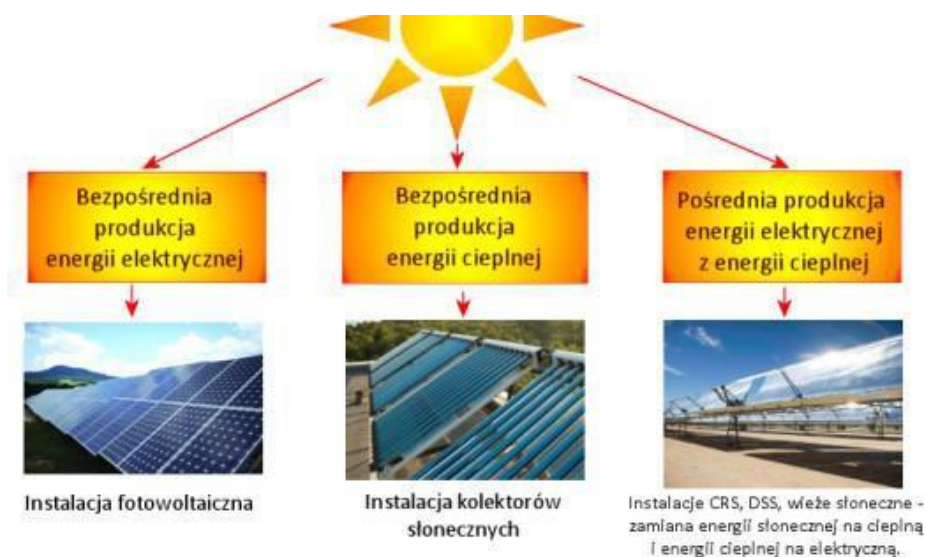
W każdej sekundzie na Słońcu zachodzi proces syntezy wodoru w hel, w wyniku czego uwalniane są ogromne pokłady energii emitowanej w postaci promieniowania. Niewielka część tego promieniowania dociera do Ziemi. W trakcie przechodzenia przez atmosferę część energii ulega rozproszeniu na



cząsteczkach gazów, jest odbijana od atmosfery lub pochłaniana. Promieniowanie słoneczne zawiera całe spektrum częstotliwości od promieni gamma poprzez rentgenowskie, ultrafioletowe, widzialne, podczerwone aż do fal radiowych, jednakże atmosfera przepuszcza tylko niewielki zakres, odpowiadający promieniowaniu UV, światłu widzialnemu oraz podczerwieni. Maksimum widma słonecznego przypada dla długości fali 500 nm, co odpowiada światłu zielonemu. Ludzie odbierają zakres widzialny jako światło, a zakres podczerwieni jako ciepło.

## Wykorzystanie energii słonecznej

Istnieją trzy sposoby wykorzystania energii słonecznej: produkcja ciepła w kolektorach słonecznych, produkcja prądu za pomocą ogniw fotowoltaicznych oraz produkcja energii elektrycznej ze zgromadzonej energii cieplnej promieniowania. W Polsce najpopularniejsze stało się wykorzystanie kolektorów słonecznych do ogrzewania wody. Instalacje fotowoltaiczne są mniej popularne ze względu na dość wysoką cenę, natomiast produkcja energii elektrycznej z energii cieplnej praktycznie nie jest stosowana z uwagi na zbyt słabe nasłonecznienie.

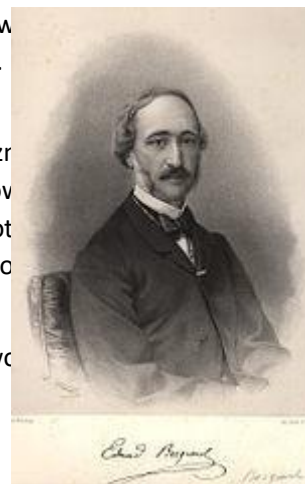


## Produkcja energii elektrycznej

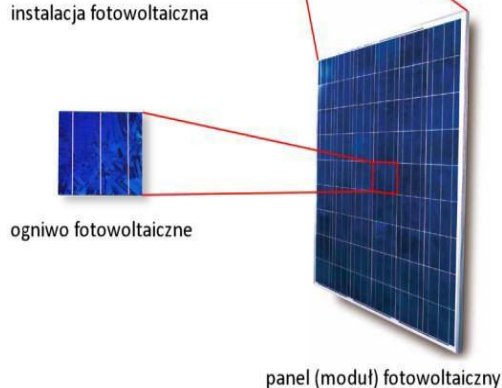
Fotowoltaika to dziedzina nauki zajmująca się przetwarzaniem energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną przy wykorzystaniu zjawiska fotowoltaicznego. pierwszy zauważył je francuski fizyk Aleksander Edmund Becquerel w 1839 r.

Na wykorzystaniu zjawiska fotowoltaicznego opiera się działanie ogniw fotowoltaicznych inaczej zwanych bateriami słonecznymi lub fotoogniwami. Urządzenia takie są zbudowane z półprzewodników, np. krzemu, tworzącego złącze p-n. Gdy cząstki światła (fotony) padają na półprzewodnik, powstają pary elektron - dziura, których obecność powoduje rozsuniecie się nośników ładunku i powstanie napięcia elektrycznego.

Pojedyncze ogniwa fotowoltaiczne łączy się ze sobą szeregowo lub równoległe tworząc panel fotowoltaiczny. Panele montuje się na dachach lub na ziemi.




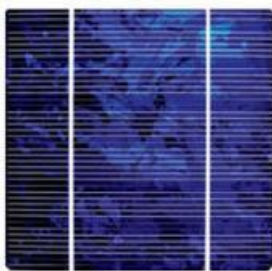

instalacja fotowoltaiczna



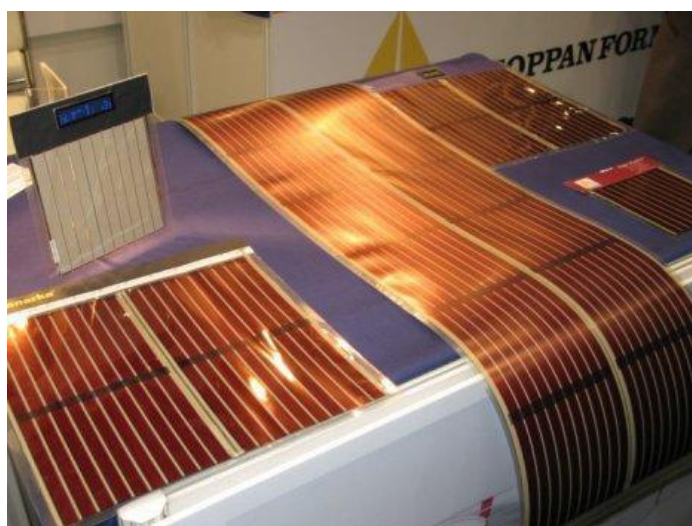
ogniwo fotowoltaiczne

panel (moduł) fotowoltaiczny

Wyróżniamy 3 rodzaje ogniw słonecznych:

		
<p><b>Ogniwa monokrystaliczne</b> – są wykonane z jednego kryształu krzemu o regularnej budowie. Posiadają wysoką sprawność rzędu 18 – 22 % i są najdroższe. Mają ciemny kolor.</p>	<p><b>Ogniwa polikrystaliczne</b> – wykonane są z wykrystalizowanego krzemu, ich sprawność mieści się w przedziale 14 – 18 %, posiadają umiarkowaną cenę. Mają charakterystyczny niebieski kolor i widoczne kształty kryształów krzemu.</p>	<p><b>Ogniwa amorficzne</b> – wykonane z krzemu nie posiadającego regularnej, krystalicznej budowy (krzem amorficzny). Mają niską sprawność 6 – 10 % i są najtańsze. Mają lekko bordowy kolor.</p>

Branża ogniw fotowoltaicznych stale się rozwija i pojawiają się coraz to nowsze rozwiązania. Większość ogniw zbudowana jest z krzemu i są to ogniwa I generacji. Z biegiem czasu pojawiają się ogniwa wykonane z innych półprzewodników, np. tellurku kadmu, mieszaniny miedzi, indu, galu i selenu – ogniwa II generacji. Obecnie pracuje się nad ogniwami III generacji, w których półprzewodniki zastąpione są polimerami. Posiadają one niskie koszty produkcji, lecz na dzień dzisiejszy mają bardzo niewielką sprawność, rzędu kilku procent.



*Panel III generacji zbudowany w oparciu o ogniwa polimerowe.*

## Produkcja energii cieplnej

Urządzeniem wykorzystującym promieniowanie słoneczne do produkcji energii cieplnej jest kolektor słoneczny. Zasada działania kolektora jest następująca: promienie słoneczne nagrzewają płyn znajdujący się w jego wnętrzu, który później odprowadzany jest do instalacji grzewczej w gospodarstwie. Ze względu na nośnik ciepła dzielimy je na cieczowe i powietrzne.



**Kolektory płaskie** – stosuje się je głównie w okresie letnim do ogrzewania wody użytkowej. Zbudowany jest z układu miedzianych rurek połączonych z absorberem pokrytym czarną powłoką pochłaniającą promieniowanie słoneczne. Absorber przykryty jest od góry odporną szybą solarną. W niektórych płaskich kolektorach pomiędzy szybą a absorberem znajduje się próżnia zapewniająca dodatkową izolację.

**Kolektory próżniowe rurowe** – zbudowane są z kilku lub kilkunastu połączonych ze sobą szklanych rur. Charakteryzują się mniejszymi stratami ciepła niż kolektory płaskie i wykorzystywane są także do wspomaganie centralnego ogrzewania. Mają bardziej skomplikowaną budowę i przez to wyższą cenę.



**Kolektory powietrzne** – Stosowane są głównie w suszarniach i służą do ogrzewania powietrza. Mają bardzo prostą budowę.



## Energia wiatru

### Historia wykorzystania energii wiatru

Energia wiatru wykorzystywana jest przez ludzkość od bardzo dawna. Pierwsze wzmianki na temat wiatraków pochodzą już z 1750 r. p.n.e. Zanim znana była elektryczność, wiatraki służyły głównie do mielenia ziarna na mąkę, pompowania wody oraz do nawadniania pól uprawnych. Znane są dwa typy dawnych wiatraków:

- Wiatrak kozłowy – za pomocą dyszla i kołowrotu nastawiano cały drewniany obrotowy korpus w



kierunku wiatru.

- Wiatrak holenderski – cały wiatrak był murowany, obracał się tylko drewniany dach ze śmigłami.



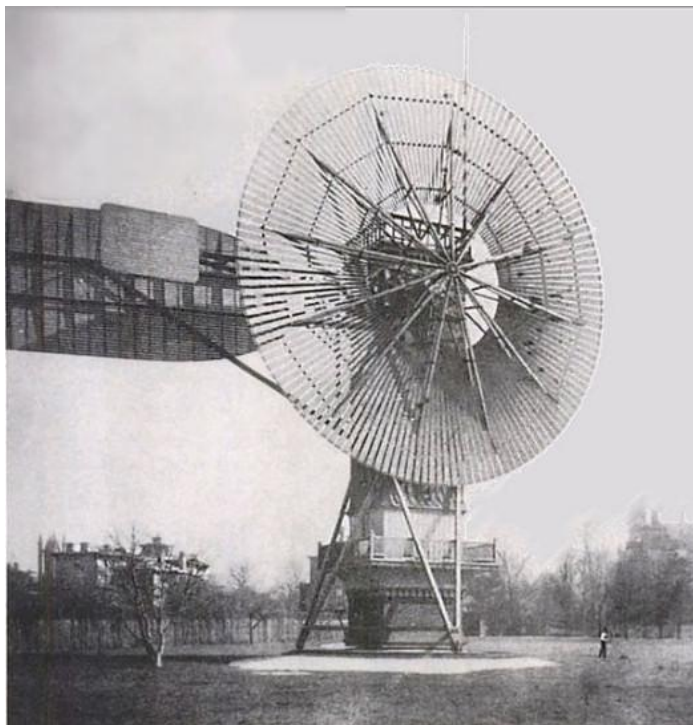
*Wiatrak kozłowy*



*Wiatrak holenderski*

Pod koniec XIX w. w czasie wielkiej rewolucji przemysłowej powstały pierwsze turbiny wiatrowe wytwarzające prąd elektryczny. Konstrukтором pierwszej turbiny był Charles Brush. Zbudowana była ze 140 drewnianych łopat i miała rozpiętość 17 m. Moc tego urządzenia wynosiła zaledwie 12 kW, co mogło zapewnić energię elektryczną dla 3 – 4 domostw. Współczesne elektrownie wiatrowe mają ok. 200 razy większą moc.

Z biegiem lat elektrownie wiatrowe stawały się coraz bardziej popularne. Obecnie 80 państw na świecie wykorzystuje energię wiatru do wytwarzania elektryczności. Dla niektórych krajów jest to podstawowe źródło energii. Obecnie buduje się farmy wiatrowe, w których pracuje kilkadziesiąt pojed. turbin.



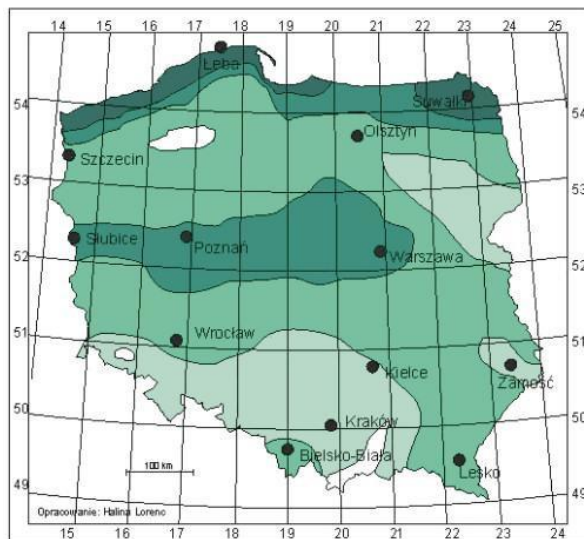
*Pierwsza na świecie turbina wiatrowa*

## Farmy wiatrowe

Farmy wiatrowe mogą być zakładane tylko na takich obszarach, gdzie wiatr wieje najsilniej, gdyż energia wiatru zależy głównie od jego prędkości. Na prędkość wiatru ma wpływ głównie ukształtowanie terenu. Wiatraki stawiane są z dala od miast i zabudowań na otwartych przestrzeniach. Ponadto maszyny turbin mają dużą wysokość, gdyż przy powierzchni ziemi wiatr ma mniejszą prędkość.

W Polsce najlepsze zasoby wiatru znajdują się na wybrzeżu oraz w województwie Wielkopolskim. Farmy wiatrowe buduje się głównie na północy kraju. Z południowych województw, w miarę korzystne warunki znajdują się na podkarpaciu. W województwie śląskim i małopolskim praktycznie nie buduje się farm wiatrowych.

## Strefy energetyczne wiatru w Polsce Mezoskala



- Strefy:
- I - Wybitnie korzystna
  - II - Bardzo korzystna
  - III - Korzystna
  - IV - Mało korzystna
  - V - Niekorzystna

Ośrodek  
Meteorologii



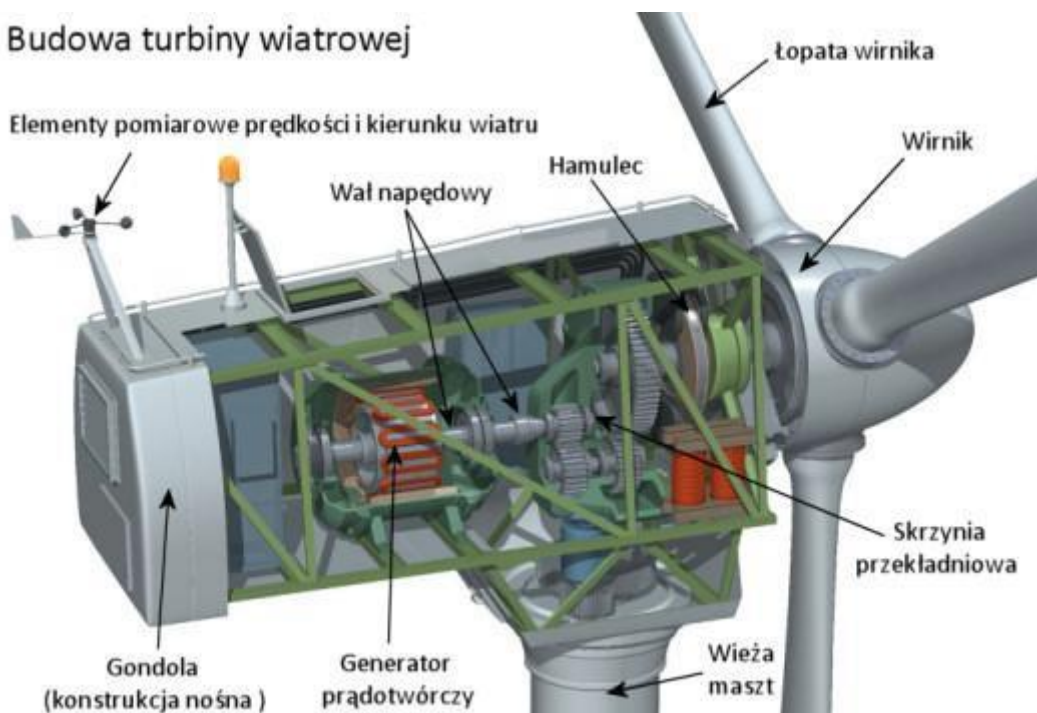
Aktualizacja mapy na podstawie okresu obserwacyjnego 1971-2000

W 1991 r. powstała pierwsza w Polsce elektrownia wiatrowa składająca się z pojedynczej turbiny. Na przełomie stuleci budowano już elektrownie składające się z 5 lub 6 turbin. Obecnie farmy wiatrowe skupiają już kilkadziesiąt turbin. Do największych z nich należą:

Współczesny wiatrak składa się z wysokiej wieży zwanej masztem, na której umieszczona jest gondola. We wnętrzu gondoli znajduje się mechanizm prądotwórczy. Na jej końcu umieszczony jest wirnik wraz z łopatom. Wysokość turbiny musi przekraczać 100 m, aby łopaty znajdowały się powyżej koron drzew.

### Budowa turbiny wiatrowej

Elementy pomiarowe prędkości i kierunku wiatru



## Morskie farmy wiatrowe

Na morzu wiatr wieje dużo silniej niż na lądzie, dlatego zaczęto budować farmy wiatrowe wzdłuż wybrzeży. Ponadto na morzu nie ma ograniczeń przestrzennych, wiatr wieje nie tylko z większą prędkością, ale i dużo stabilniej, co przedłuża czas życia wiatraków oraz nie jest konieczna budowa tak wysokich masztów jak na lądzie, gdyż wiatr wieje silniej tuż przy tafli wody. Im dalej od brzegu, tym siła wiatru jest większa. Najbardziej optymalnym położeniem dla farm są 2 km od brzegu. Obecnie największą na świecie morską farmę wiatrową, o łącznej mocy 300 MW, posiada Wielka Brytania. W Polsce nie działa jeszcze żadna morska elektrownia wiatrowa.



*Morska farma wiatrowa*

## Małe elektrownie wiatrowe

Na terenach dalekich od miast, takich jak wsie, czy schroniska górskie, opłacalne jest zakładanie małych wiatraków zasilających np. oświetlenie w pojedynczym gospodarstwie. Takie elektrownie mogą być też stosowane na łodziach lub jachtach.





## Energia wody

---

### Historia wykorzystania energii wód

Woda zajmuje ponad 70 % powierzchni naszej planety i zawarte są w niej ogromne pokłady energii. Niegdyś energię tę wykorzystywano przy pomocy kół wodnych. Urządzenia te pracowały przy napędzaniu młynów lub nawadnianiu pól uprawnych. Strumień wody padający na łopatki znajdujące się na obwodzie koła rozpędzał całe koło zamieniając energię wody na energię mechaniczną. Pierwsze wzmianki o kole wodnym w Polsce pochodzą z 1145 roku z Łęczycy. W XVI wieku koła wodne funkcjonowały już w powszechnym użytku. W 1827 powstała pierwsza turbina wodna wytwarzająca energię elektryczną.



*Młyńskie koło wodne*

### Elektrownie wodne w Polsce

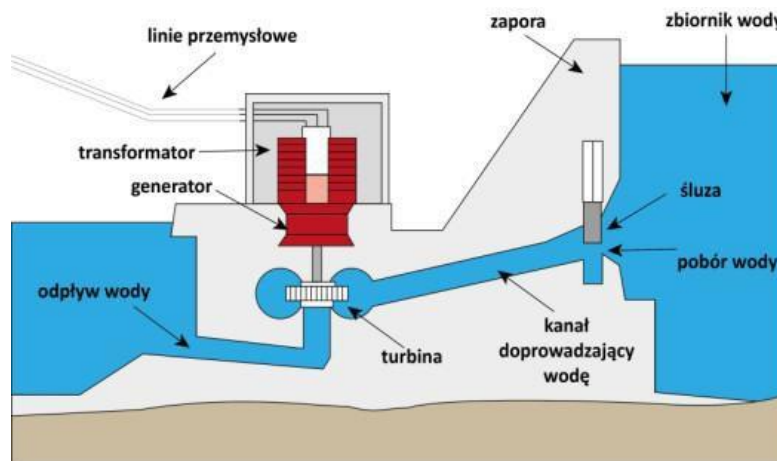
Polskie zapotrzebowanie na energię wynosi 752,6 TWh, a potencjał ekonomiczny wód w Polsce szacuje się na poziomie 5 TWh i aż 80 % tego potencjału związane jest z rzeką Wisłą. Głównie nizinne ukształtowanie terenu naszego kraju i brak większych spadów wodnych nie wpływa korzystnie na zasoby energii wodnej. Energetyka wodna stanowi zaledwie 2 % całkowitej energii wytwarzanej w Polsce. Mimo to można doliczyć się aż 727 elektrowni wodnych. Zdecydowaną większość z nich stanowią małe elektrownie wodne, których moc nie przekracza 5 MWh. Największą w Polsce elektrownią wodną jest elektrownia szczytowo – pompowa w Żarnowcu w województwie pomorskim. Jej moc osiąga 716 MWh.



*Elektrownia wodna Żarnowiec*

## Budowa i zasada działania elektrowni wodnej

Najważniejszym elementem elektrowni jest **zapora**, która podnosi poziom wody w rzece. Spadająca woda napędza **turbinę** wodną składającą się z **korpusu**, przymocowane do niego **łopatki** oraz **kierownicę**. Kierownica składa się z układu ruchomych łopatek służących do zmniejszania lub zwiększania ilości przepływającej wody. Urządzeniem przetwarzającym obrót turbiny na prąd elektryczny jest **generator**. Ważnymi elementami elektrowni wodnej są: **śluza** zamykająca dopływ wody, **krata** filtrująca wodę z zanieczyszczeń rzecznych oraz **transformator** zamieniający napięcie i natężenie prądu do żądanych wartości.

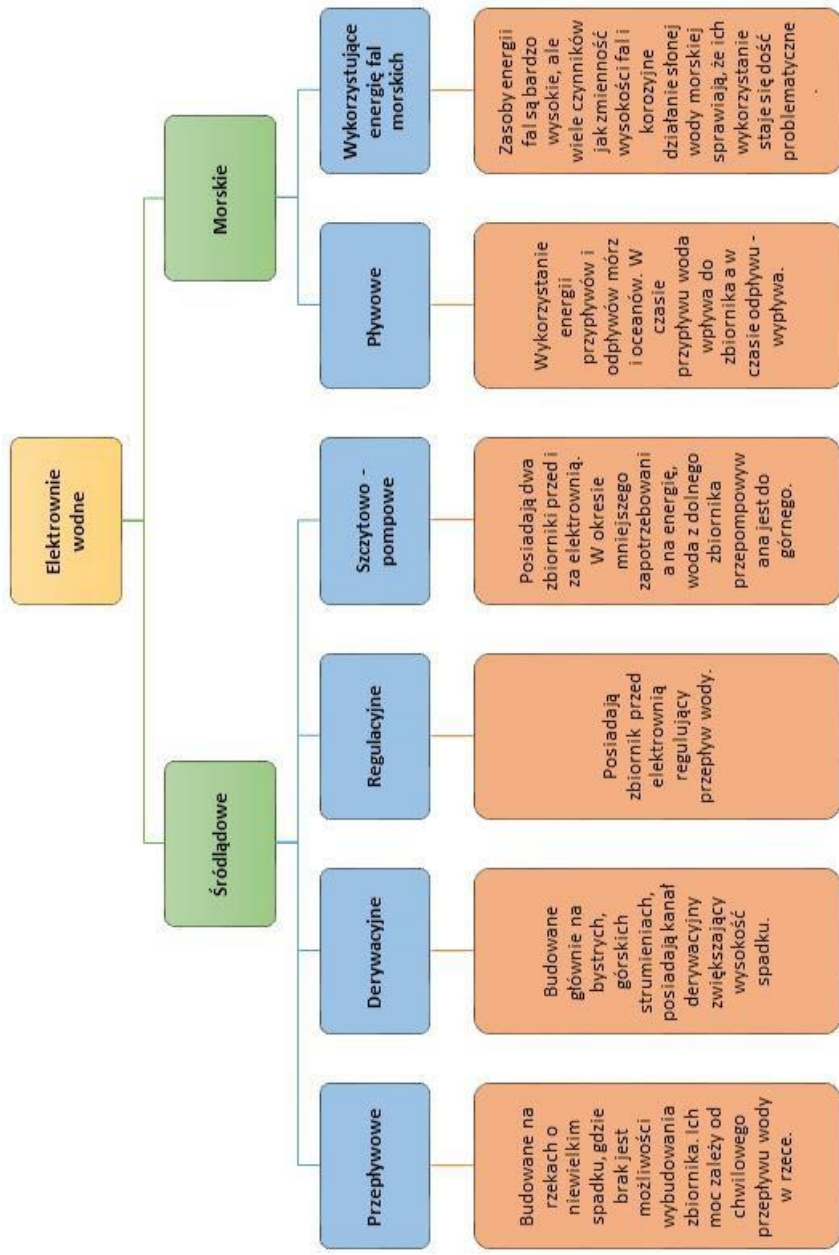


*Schemat elektrowni wodnej*

Strumień wody w rzece może obracać turbinę wodną i dzięki temu wytwarzać prąd elektryczny. Elektrownie działające w ten sposób nazywamy **śródlądowymi**. Elektrownie morskie wykorzystują z kolei energię fal i pływów.

## Podział elektrowni wodnych

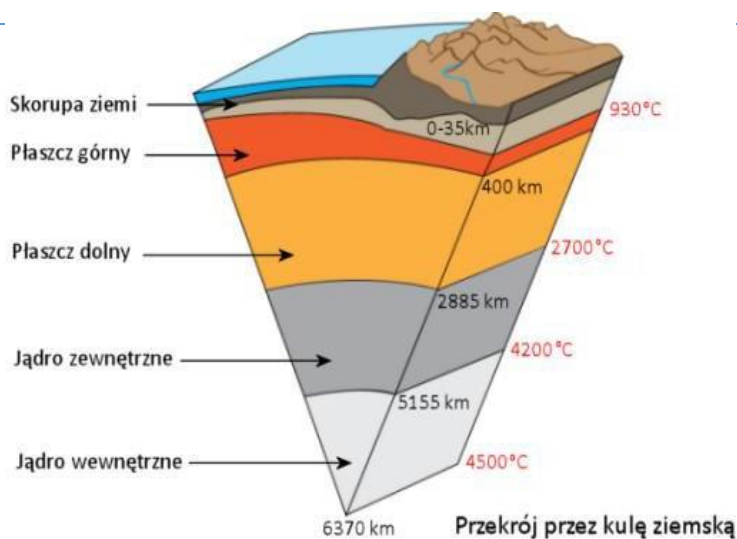
Elektrownie wodne dzieli się głównie na **śródlądowe** (wykorzystujące energię rzek) oraz **morskie** (wykorzystujące energię pływów i fal morskich).



## Energia ziemi

### Zasoby geotermalne

Energia ziemi inaczej energia geotermalna jest to ciepło pochodzące z wnętrza naszej planety. Im dalej w głąb Ziemi, tym temperatura jest większa. Gdy woda pochodząca z opadów wnika między skały skorupy ziemskiej, ogrzewa się i powstają złoża wód geotermalnych. Te osadzone najbliżej powierzchni ziemi można wydobywać za pomocą otworów wiertniczych. Czasem woda wydostaje się sama, np. przez uskoki, tworząc gejzery i gorące źródła. W niektórych miejscach pojawiają się gorące skały mające powyżej 150°C. Z nich również można pozyskać energię, ale ten obszar jest puki co w fazie badań. Najbardziej sprzyjające warunki do powstawania złóż geotermalnych występują na dawnych lub obecnych obszarach aktywności wulkanicznej lub tektonicznej.



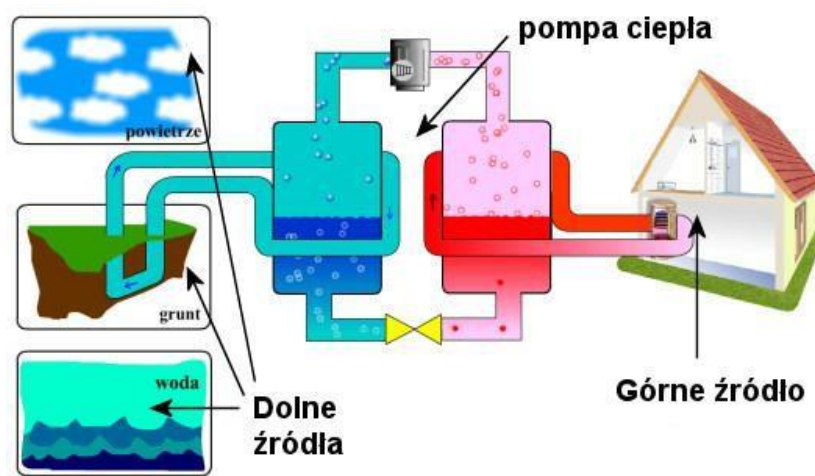
Gejzer



## Pompa ciepła

Pompy ciepła to urządzenia służące do pozyskiwania ciepła zawartego w wodach gruntowych leżących tuż pod powierzchnią. Temperatura takich złóż sięga kilku lub kilkunastu stopni Celsjusza.

Wewnątrz instalacji pompy ciepłej znajduje się płyn roboczy, który wrze w bardzo niskiej temperaturze (ok. 0°C). Płyn ten pobiera ciepło z wód geotermalnych, czyli tzw. dolnego źródła i przechodzi w stan gazowy. Następnie dociera do sprężarki, która podnosi ciśnienie pary i zwiększa jej temperaturę. Dalej gaz przechodzi do skraplacza, gdzie oddaje ciepło do górnego źródła i znów przechodzi do fazy ciekłej. W ostatniej fazie płyn przechodzi przez zawór rozprężny, w którym następuje redukcja ciśnienia i cykl rozpoczyna się od początku.



*Schemat pompy ciepła*

Dolnymi źródłami ciepła mogą być: powietrze, woda i grunt. Pompy pobierające ciepło z gruntu wyposażone są w kolektor gruntowy składający się z układu rurek wewnątrz których krąży płyn roboczy. Można go budować pionowo lub poziomo pod powierzchnią ziemi. Gdy źródłem ciepła są wody gruntowe buduje się studnie głębinowe. W tym przypadku mamy gwarancję, że dolne źródło zawsze będzie miało stałą temperaturę, co wynika z właściwości wody.

Górnym źródłem ciepła jest zazwyczaj powietrze lub woda, która krąży w instalacji centralnego ogrzewania.

## Biomasa

### Historia wykorzystania biomasy

Biomasa to wszelki materiał organiczny, który można wykorzystać w celach energetycznych. Zanim człowiek nauczył się rozniecać ogień, jedynym jego źródłem były płonące lasy po uderzeniu pioruna. Zdobyty ogień był podtrzymywany za pomocą drewna. Gdy ludzie nauczyli się rozpalać ogień, spalanie drewna było jedynym źródłem ciepła. Do XVIII wieku, kiedy nastąpiła rewolucja przemysłowa, drewno było najważniejszym źródłem energii. Później zaczęto wydobywać węgiel kamienny, paliwa kopalne i ropę naftową. Kilkadziesiąt lat temu znów zaczęto powracać do wykorzystywania drewna w związku ze zmniejszającymi się zasobami surowców i powodowanymi przez nie zanieczyszczeniami



Gorące źródło

## Wykorzystanie energii geotermalnej

Istnieją dwa główne sposoby wykorzystania energii geotermalnej:

- Wytwarzanie energii elektrycznej
- Bezpośrednie pozyskiwanie energii cieplnej

W zależności od temperatury wód istnieją różne ich zastosowania.

## Rodzaje biomasy i jej wykorzystanie

Z biomasy można uzyskać przede wszystkim energię cieplną w wyniku spalania, która może zostać przekształcona na energię mechaniczną (np. do napędzania pojazdów) lub elektryczną w elektrowniach.



Z przetworzonej biomasy można wytworzyć biopaliwa w postaci stałej, ciekłej lub gazowej.

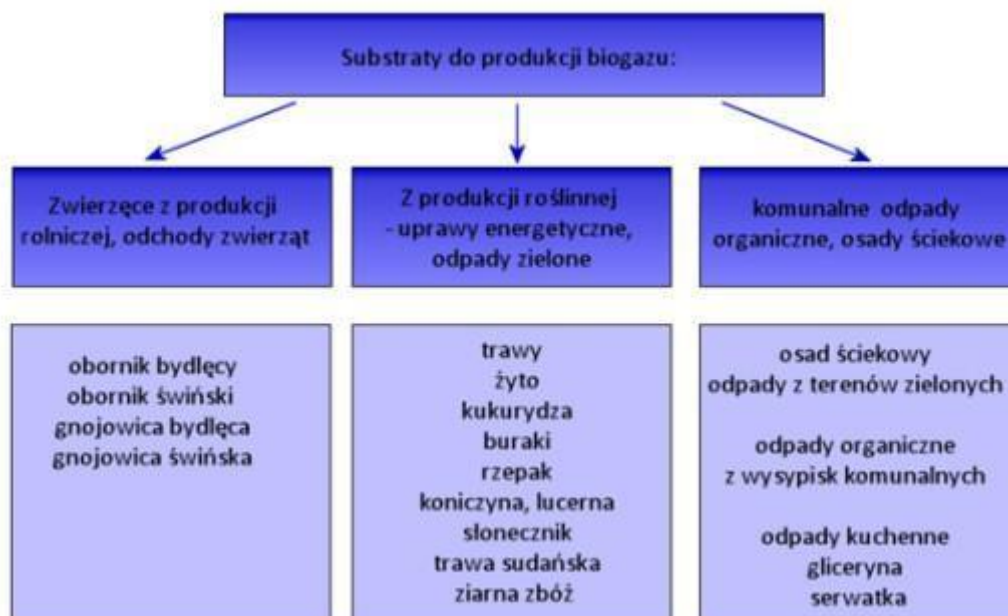
- **Biopaliwo stałe** – jest to sprasowane pod wysokim ciśnieniem drewno. W ten sposób powstają brykiety (grubsze) i pellety (mniejsze, zgranulowane), które mogą zostać bezpośrednio spalone.



- **Biopaliwo ciekłe** – najbardziej rozpowszechnionym ciekłym biopaliwem jest biodiesel otrzymywany z olejów roślinnych, który można stosować w silnikach wysokoprężnych (Diesla). W wyniku spalania takiego paliwa produkowane są zdecydowanie mniejsze ilości dwutlenku węgla oraz związków siarki, jednakże nie można go stosować w niskich temperaturach.



- **Biopaliwa gazowe (biogaz)** – to powstałe w procesie fermentacji beztlenowej mieszaniny gazów zawierające głównie metan i dwutlenek węgla. Biogaz może powstawać w sposób niekontrolowany, np. wewnątrz torfowisk, czy na wysypiskach śmieci lub pod kontrolą w tzw. biogazowniach. Biogaz pozyskuje się z produktów roślinnych, odchodów zwierzęcych oraz odpadów powstałych w wyniku działalności człowieka. Wykorzystuje się go do produkcji ciepła i prądu oraz może także zasilać pojazdy na gaz.



### *Konstrukcja 6 – Modele zasilane baterią akumulatorową*

Na zakończenie zajęć uczniowie budują pojazd zasilany baterią akumulatorową, wykorzystując zdobytą wiedzę i umiejętności nabyte podczas składania poprzednich modeli. Model może być dowolną konstrukcją wymyśloną przez uczniów. Akumulator może być ładowany np. za pomocą turbiny wiatrowej.



*Uchwyt baterii akumulatorowej*

Czas ładowania akumulatora przez turbinę wiatrową, przy sile wiatru około 4 m/s czas średnio wynosi:

- dla akumulatora o pojemności 1300 mA/h: 1 – 1,5 godziny,
- dla akumulatora o pojemności 2400 mA/h: 2 – 2,5 godziny.

Nie należy ładować akumulatora więcej czasu, niż jest to zalecane.



