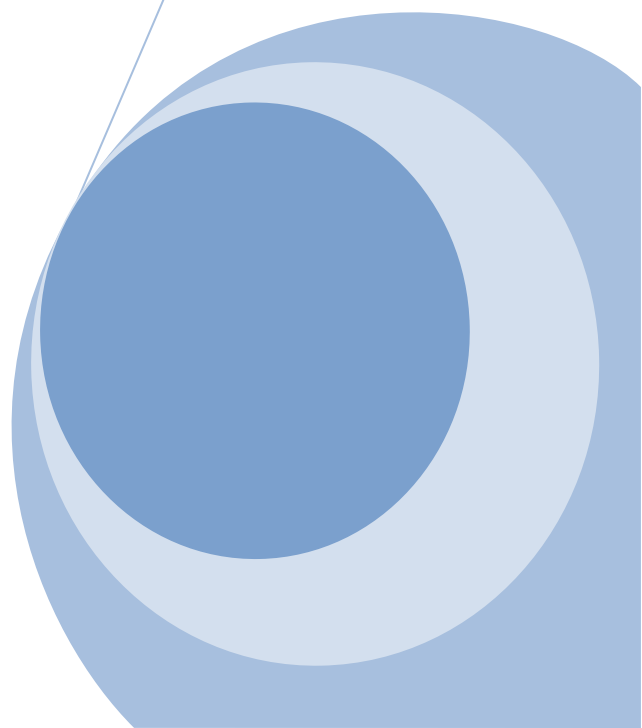
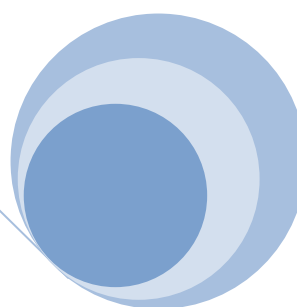
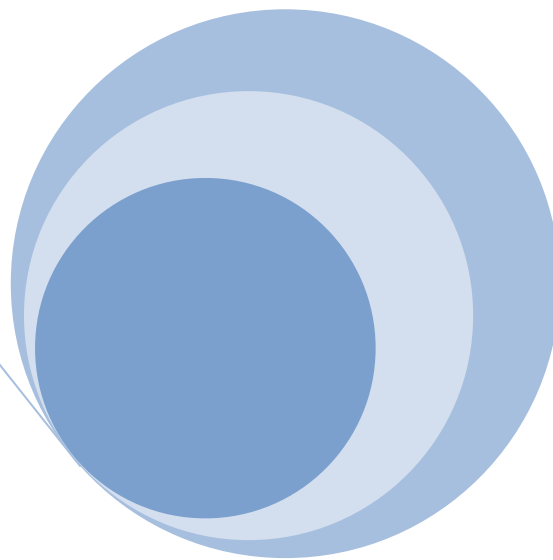


PROJEKT MATEMATYCZNY

# Lokalne i globalne wykorzystanie energii odnawialnej

Mateusz Wiktorski, Paweł Wiśniewski, Paweł Szydłak



## Spis treści

<b>Na początek krótkie wprowadzenie...</b>	<b>5</b>
<b>Hydroenergetyka</b>	<b>6</b>
Rozmieszczenie elektrowni wodnych w Polsce	7
Energia wód śródlądowych	7
Duże i małe elektrownie wodne	8
Energia pływów i fal	9
Jak to wygląda w różnych krajach?	11
214 zł za MWh	12
Budowa elektrowni wodnej	14
Turbina wodna	14
Generator	15
Linie przesyłowe	15
Podwodne boje energetyczne	15
<b>Energia słoneczna</b>	<b>16</b>
Budowa baterii słonecznych	17
Słoneczny potentat na świecie	18
A co w planach?	19
Energia	21
Zalety	21
Wady	21
Wykorzystanie	21
Doświadczenie	25
Ciekawostka	26
<b>Energia geotermalna</b>	<b>27</b>
Zasoby geotermalne	28
Pompa ciepła	29
Działanie elektrowni wodnej	29
Energia geotermalna – wady i zalety	30
Inne małoprzydatne wzory : )	31
Zestawienie niektórych paneli słonecznych	32
Złoty liść	35
Sztuczny liść	35
Niski poziom mocy	35
<b>Energia wiatrowa</b>	<b>37</b>
Energia wiatrowa w Polsce	38
Udział generacji wiatrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej z OZE	39
Korzyści z energetyki wiatrowej	40
Moc elektrowni wiatrowej	43
<b>Ekologiczne paliwa</b>	<b>45</b>
Paliwo z H <sub>2</sub>	46
Paliwo rzepakowe	48
<b>Streszczenie i tłumaczenie</b>	<b>50</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>51</b>

Tytuł oryginału:

THE LOCAL AND GLOBAL EXPLOITATION OF RENEWABLE ENERGY

Copyright © 2010 by Mateusz Wiktorski & Paweł Wiśniewski & Paweł Szydlak  
Copyright © 2010 for the Polish translation by Wydawnictwo MP

Jacket art © 2010 by Mateusz Wiktorski & Paweł Szydlak  
Jacket design by Paweł Wiśniewski & Mateusz Wiktorski

Book design by Paweł Szydlak

Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk lub kopiowanie całości albo fragmentów książki – z wyjątkiem cytatów w artykułach i przeglądach krytycznych – możliwe jest tylko na podstawie pisemnej zgody wydawcy.

ISBN 928-28-7382-849-0

Talented Guys Sp. z o.o.

Wydawnictwo MP

ul. Paraboli 23, 81-281 Projekty Matematyczne

[www.wydawnictwo-mp.com.pl](http://www.wydawnictwo-mp.com.pl)

Druk i oprawa:

Indicates

[www.indicates.uk](http://www.indicates.uk)

Wyłączna dystrybucja:

Wydawnictwo MP

Dla **Beci**, najlepszej przyjaciółki

**M. W.**

ukochanym rodzicom i przyjaciołom oraz  
najfajniejszemu nauczycielowi wf-u w szkole !

**P. W.**

*Wszystkim wspierającym mnie w pracy nad tą prac. W  
szczególności mojej Mamie, która mimo obiekcji  
dopinguwała mnie, nie rugała za zarwane nocki i  
przynosiła mi kaw z uśmiechem na twarzy.*

**P. S.**

## Na początek krótkie wprowadzenie...

Energia może objawiać się w wielu postaciach, takich jak: ruch, ciepło, światło, elektryczność i wielu innych. Możemy pełni przekonania powiedzieć, że energia jest nam potrzebna, żeby wykonać korzystną dla nas pracę: ogrzać mieszkanie, wprawić w ruch samochód, schłodzić produkty w lodówce itd.

Używamy energii, kiedy rano bierzemy ciepły prysznic. Używamy mydła i ręcznika, które zostały wyprodukowane w fabryce przy użyciu energii. Cegły, beton i okno w pokoju – wytworzenie tego wszystkiego również wymagało energii. Nasze ubrania i buty również zostały wytworzone dzięki jakiejś energii. Energia leży u podstawy wszystkiego co robimy, oczywiście wydaje się, że prawie każda aktywność wymaga paliwa lub elektryczności.

Energia jest dla nas dostępna dzięki źródłom energii, takim jak drzewo, wiatr, jedzenie, węgiel czy też ropa. Obfitość i szeroki dostęp do tych źródeł decyduje o rozwoju naszej cywilizacji. Bez energii nie ma radia, telewizji, komputerów, telefonów. Wyobraźmy sobie że potrzeba gromadzić drzewo na opał, dzięki któremu ogrzać należy dom, przygotować posiłek, ogrzać wodę, że wszędzie dotrzeć można tylko na pieszo... Nasza cywilizacja potrzebuje więc energii by się rozwijać. I potrzebujemy jej coraz więcej. Do wytworzenia całej energii którą zużywamy (zawierającej elektryczność, energię spalania ropy itd.) używając siły mięśni potrzebowalibyśmy 100 ludzi lub 10 koni pracujących na nas non stop (24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu). Energia prądu płynącego w gniazdkach naszych domów ma moc wielu koni.





# Hydroenergetyka

Energia wody to powszechnie wykorzystywane odnawialne źródło energii. Dostarcza światu prawie 20% energii elektrycznej. Hydroenergetyka nie przyczynia się do emisji gazów cieplarnianych, nie powoduje zanieczyszczeń, a jej produkcja nie pociąga za sobą wytwarzania odpadów. Co więcej, woda ma także pewne inne walory, których pozostałe odnawialne źródła energii są pozbawione. Trudno na przykład gromadzić zapasy energii słońca czy energii wiatru, w przypadku energii wody jest to oczywiście możliwe. Woda zgromadzona w zbiorniku stanowi bowiem naturalną rezerwę. Zastanówmy się teraz przez chwilę, jakie jeszcze zalety, lecz również jakie wady posiada to popularne odnawialne źródło energii.

Energia wody może być wykorzystywana na różne sposoby. Wspólną zaletą elektrowni wodnych jest to, że koszty ich użytkowania są niskie a wspólną wadą fakt, iż niewiele jest miejsc odpowiednich dla ich lokalizacji. Wykorzystaniu energii wód śródlądowych najbardziej sprzyjają tereny górskie, umiejscowienie elektrowni na równinie wymaga zaś budowy dużej zapory, co nie pozostaje bez wpływu na środowisko naturalne i życie mieszkańców danego obszaru. Większość ludzi zamieszkuje jednak tereny równin i to właśnie tu powstaje większość elektrowni. Trudno jest znaleźć także wybrzeże morskie o falach wystarczająco silnych, by można było wykorzystać ich energię, najtrudniej zaś o dobrą lokalizację dla wykorzystania energii pływów morskich: odpowiednia różnica między przyptywem a odpływem występuje tylko w 20 punktach globu!

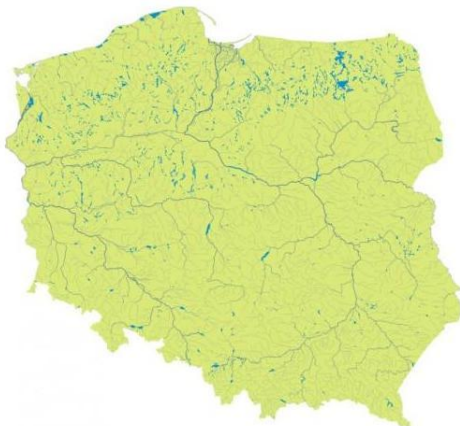


## Rozmieszczenie elektrowni wodnych w Polsce



## Energia wód śródlądowych

Wody śródlądowe to stale dostępne, niezależne od pogody źródło energii. W odróżnieniu od innych elektrowni, elektrownie wodne potrzebują niewiele czasu, by osiągnąć pełną moc, są także bardzo „żywotne”: 68% polskich hydroelektrowni ma już ponad 50 lat! Jednak wykorzystanie energii wód śródlądowych ma również negatywne strony - dotyczy to zwłaszcza dużych elektrowni wodnych, znacznie ingerujących w środowisko.



## Duże elektrownie wodne

By na terenie równinnym osiągnąć odpowiednie spiętrzenie wody, konieczna jest budowa dużej zapory, a co za tym idzie zalanie sporych obszarów. Pod wodą mogą znaleźć się tereny rolnicze, miejsca związane z historią i kulturą danego obszaru, niezbędne może się okazać przesiedlenie okolicznych mieszkańców. Skutki zalania dużych terenów odczuwa także środowisko naturalne, gdyż zwierzęta i ptaki tracą swe naturalne siedliska, a wysokie zapory, budynki elektrowni, kanały i rurociągi nie pozostają bez ujemnego wpływu na krajobraz. Do tych wszystkich minusów dochodzi jeszcze fakt, że zapory wodne „stoją na drodze” rybam, wędrującym w okresie godowym w górę rzeki. Praca elektrowni wpływa również na jakość wody, może powodować podwyższenie



temperatury i obniżenie zawartości tlenu. Związane z funkcjonowaniem elektrowni wodnej pogorszenie się jakości wody negatywnie oddziałuje na rośliny wodne. Na koniec wspomnieć należy o kosztach budowy zapór, które są duże i zwracają się powoli: budowa zapory Hoover Dam, wzniesione na rzece Kolorado w latach 1933-35 kosztowała 165 mln dolarów.

Z kolei po stronie zalet dużych elektrowni wodnych trzeba wymienić rozmaite możliwości użytkowania zbiornika wodnego. Może on być wykorzystywany do:

- ochrony przeciwpowodziowej,
  - nawadniania upraw,
- sportów wodnych i rybołówstwa - przykładem jeden z największych sztucznych zbiorników wodnych świata - Lake Mead przy wspomnianej już zaprze Hoover Dam, dostarczający terenów rekreacyjnych mieszkańcom pustynnych obszarów Arizony i Newady.

## Małe elektrownie wodne

Duże elektrownie wodne mają sporo słabych stron, korzystniejsza jest więc mała energetyka wodna. Choć odpowiednie do budowy małej elektrowni wodnej (MEW) miejsca nie zawsze znajdują się w pobliżu miast, ta wada małej energetyki wodnej jest zarazem jej zaletą, pozwala bowiem zaspokajać potrzeby energetyczne mieszkańców odległych terenów, pozbawionych dostępu do konwencjonalnych źródeł energii. MEW mogą być szybko zaprojektowane i wybudowane w licznych miejscach na małych ciekach wodnych. Charakteryzuje je wysoka niezawodność, a dzięki zautomatyzowaniu mogą być sterowane zdalnie. Wśród innych plusów małych elektrowni wodnych wymienić należy ich energooszczędność – na własne potrzeby zużywają one średnio 0,5% wyprodukowanej energii, a także fakt, że mała energetyka wodna zwiększa tzw. małą retencję wodną, co ma duże znaczenie na suchych, stepowięjących obszarach.



Mała retencja wodna to zatrzymanie jak największej ilości wody w jej powierzchniowym i przypowierzchniowym obiegu, a zatem powstrzymanie jej bezproduktywnego odpływu do morza. Osiąga się ją przy użyciu środków technicznych (budowa małych zbiorników wodnych, jazów, zastawek), bądź metodami pozatechnicznymi (zalesianie, tworzenie roślinnych pasów ochronnych, ochrona oczek wodnych).



#### Klasyfikacja MEW:

Jeśli chodzi o klasyfikację małej energetyki wodnej, nie jest ona tak oczywista i jednoznaczna. Najczęściej jest stosowany następujący podział:

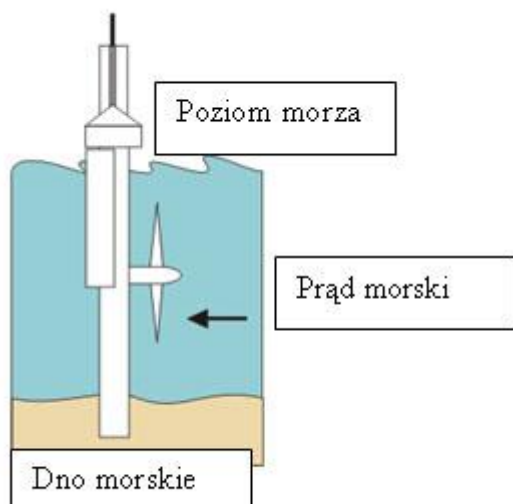
- mikroenergetyka wodna, do której zalicza się obiekty o mocy zainstalowanej do 50 kW
- minienergetyka wodna obejmująca obiekty o mocy 50 kW do 1 MW
- mała energetyka wodna, z mocą zainstalowaną od 1 MW do 15 MW

Występujące różnice w podziale zależą od stopnia rozwoju poszczególnych krajów. Elektrownie te dzieli się ponadto w zależności od wysokości spadu na trzy kategorie:

- niskospadowe 2-20 m
- srednispadowe 20-150 m
- wysokospadowe powyżej 150 m

### **Energia pływów**

Podobnie jak energia wód śródlądowych, energia pływów morskich jest dostępna niezależnie od pogody. Co więcej, pływy są całkowicie przewidywalne, a służące do produkcji elektryczności turbiny są względnie niedrogie i nie wywierają znacznego wpływu na środowisko. Wpływ taki wywierają jednak – znów podobnie, jak w przypadku wód śródlądowych – duże zapory, budowane przy ujściach rzek. Inną wadą pływów morskich jest fakt, że mogą być one wykorzystywane tylko w nielicznych punktach globu, a ponadto dostarczają energii jedynie na około 10 godzin dziennie – gdy akurat następuje przyptyw lub odpływ.



Ponadto elektrownie pływowe zaburzają równowagę ekosystemów – zarówno wodnych, jak i przybrzeżnych, które by istnieć potrzebują regularnych pływów i lekko zasolonej wody. Tymczasem ingerencja zapory w środowisko sprawia, że na mieliźnie dominują wody słodkie, napływające z głębi lądu. Zapory powodują też zanikanie zwartych, urodzajnych bagien, będących nieodłączną częścią ekosystemów przy ujściach rzek. Mogą też odpowiadać za zmiany w składzie wody - podejrzewa się, że tak właśnie jest w przypadku zatoki Bay of Fundy u wybrzeży Kanady, gdzie zmieniony skład wody może stymulować rozwój *Gonyaulax excavata* - algi, powodującej paraliż u mięczaków żyjących w muszlach.

Budowę elektrowni pływowych ogranicza także konieczność używania materiałów odpornych na korozję.

## Energia fal

Elektrownie wykorzystujące przetworzony ruch fal morskich, ze względu na lokalizację dzieli się na trzy grupy: nadbrzeżne, przybrzeżne - zazwyczaj osadzone na dnie w płytkich wodach (10-20 m głębokości) i morskie (ponad 40 m głębokości).

Istnieją dwa rozwiązania wykorzystania fal morskich napędzających, a są to:

- turbiny wodne,
- turbiny powietrzne.

W pierwszym rozwiązaniu woda morska pchana kolejnymi falami wpływa zwiężającą się sztolnią do położonego na górze zbiornika. Gdy w zbiorniku tym jest wystarczająca ilość wody, wówczas przelewa się ona przez upust i napędza turbinę rurową sprzężoną z generatorem. Po przepłynięciu przez turbinę woda wraca do morza. Instalacja taka pracuje od 1986 roku na norweskiej wyspie Toftestallen koło Bergen, dając moc 350 kW.

Instalacja taka pracuje od 1986r. na norweskiej wyspie Toftestallen koło Bergen dając moc 350kW. Takie rozwiązanie jest znane pod skrótem OWC.

W drugim rozwiązaniu zbiornik jest zbudowany na platformie na brzegu morza. Fale wlewają się na podstawę platformy i wypychają powietrze do górnej części zbiornika. Sprężone przez fale morskie powietrze wprawia w ruch turbinę napędzającą generator. Instalacja taka pracuje również na norweskiej wyspie Toftestallen oraz na wybrzeżu szkockiej wyspy Islay, dając moc 75 kW. Instalacje tego typu mają nierzadko kilkadziesiąt km długości, dzięki czemu w pewnych sytuacjach spełniają drugi ważny cel, a mianowicie ochronę brzegu morskiego przed zniszczeniem (falachron). Rozwiązanie takie jest znane pod skrótem MOSC.

Elektrownię typu MOSC znajdują się np. na wyspie Jslay u wybrzeży Szkocji, a Norwegia buduje elektrownie wykorzystujące fale morskie o mocy 2MW na wyspie Tongatapu na południowym Pacyfiku. Elektrownie wykorzystującą fale morskie projektuje się obecnie w Szkocji. Będzie ona miała moc 2000MW i będzie składała się z modułów po 5MW. Będzie ona też ochraaniała brzeg morski przed zniszczeniem.

Oprócz tych rozwiązań znane są jeszcze tzw. "kaczki" i "tratwy", które wykorzystują pionowy i poziomy ruch wody morskiej.

## Jak to wygląda w różnych krajach?

Hydroenergetyka ma niewielki udział w produkcji energii, ponieważ brak jest dogodnych warunków do budowy hydroelektrowni.

Z pośród występujących w Polsce („Żarnowiec” w woj. pomorskim i „Porąbka - Żary” na Sole) mają moc 500 MW, a trzy: „Solina” na Sanie, „Włocławek” na Wiśle i „Żydowo” w woj. zachodniopomorskim moc powyżej 100 MW.

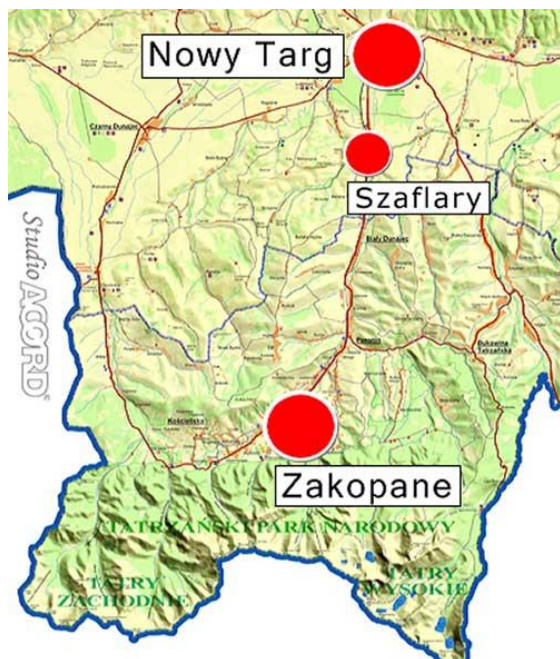
Elektrownie „Żarnowiec”, „Porąbka - Żary” i „Żydowo” to elektrownie szczytowo-pompowe o dwóch zbiornikach, dolnym i górnym, które produkują energię jedynie w okresie zwiększonego poboru (np. szczyt poranny i popołudniowo-wieczorny). W pozostałym czasie przepompowują wodę ze zbiornika dolnego do górnego. Elektrownie te mają charakter pomocniczy i awaryjny (na wypadek zatrzymania dostaw energii z innych elektrowni)

Hydroenergetyka, czyli przetwarzanie naturalnej mechanicznej energii wody w energię użytkową – zazwyczaj w prąd elektryczny głównie przez hydroelektrownie, to podstawa produkcji energii elektrycznej w Norwegii (100% produkcji), Brazylii (96%), Kanadzie (prawie 2/3 produkcji) oraz w Szwajcarii i Austrii.

Warunkiem koniecznym do budowy hydroelektrowni jest istnienie – na określonym odcinku cieków wodnych – wystarczającego spadku i wystarczającej ilości wody (przepływu), wykorzystując przy tym naturalne ukształtowanie terenu lub budując odpowiednie zapory i tamy. Koszty budowy hydroelektrowni są dość wysokie, dlatego ta dziedzina energetyki rozwija się przeważnie w krajach wysoko rozwiniętych gospodarczo.

Stany Zjednoczone są największym na świecie producentem energii elektrycznej, ale udział hydroenergii w ogólnym bilansie energetycznym wynosi zaledwie 10%, przy ponad 70% energii pochodzącej z elektrowni ciepłych. Dla celów hydroenergetycznych są wyzyskiwane głównie rzeki Kordylierów i Appalachów, które spełniają wymagania techniczne (odpowiednia szerokość, przepływ cieków) i strategiczne – są to tereny słabo zaludnione. Wielkie zespoły elektrowni wodnych powstały na rzece Kolumbia (11 elektrowni, w tym Grand Coulee o mocy 6700 MW, John Day z 2200 MW) i Kolorado (Hoover Dam – 1300 MW).

## 214 zł za MWh



W Szaflarach, na Podhalu, na rzece Biały Dunajec działa jedna z największych, prywatnych elektrowni wodnych w Polsce. Zbudował ją Józef Stachoń-Tutoń wraz z ojcem. Elektrownię wykonano przy użyciu wyłącznie polskich urządzeń. Jej maksymalna moc to 380 kilowatów. Zapora, którą zbudowano przy elektrowni, oprócz czystej, ekologicznej energii, daje również możliwość regulacji rzeki.

Historia podhalańskiej elektrowni rozpoczyna się w 1996 roku.

To wtedy dwóch górali z Zakopanego postanowiło kupić działkę o powierzchni 2,5 hektara, na lewym brzegu rzeki Biały Dunajec w gminie Szaflary.

– Kupując tę działkę nie myśleliśmy jeszcze o budowie w tym miejscu jakiegokolwiek elektrowni – mówi Józef Stachoń-Tutoń.

– Nadarzyła się okazja, więc postanowiliśmy kupić kawałek ziemi z Agencji Rynku Rolnego.

Lecz panowie Stachoniowie już wcześniej myśleli o budowie elektrowni. Chcieli tego dokonać na Olczy w Zakopanem.

– Okazało się jednak, że potok, o którym myśleliśmy, jest mało wydajny i nie osiągnęlibyśmy takich wyników, jakich chcielibyśmy – mówi Józef Stachoń Tutoń.

– Po prostu budowa w tym miejscu elektrowni byłaby nieopłacalna.

### Dziecinnie proste?

Dopiero po zakupie działki w Szaflarach, obaj panowie swoje pomysły zaczęli realizować. – Ja zawsze lubiłem bawić się w wodzie – mówi właściciel elektrowni w Szaflarach. – Jak byłem jeszcze dzieckiem to pamiętam, że często bawiłem się w budowanie tamy na pobliskim potoczku. Może właśnie to zainteresowanie z dzieciństwa zostało mi do dnia dzisiejszego i może dlatego właśnie zdecydowałem się na tak kosztowną, czaso- i pracochłonną inwestycję.

Budowę szaflarskiej elektrowni Stachoniowie sfinansowali w większości z własnych środków. – Szacunkowy koszt naszej inwestycji wyniósł 4,5 miliona złotych, część tej sumy tj. 700 tysięcy złotych pochodzi z kredytu z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie – mówi zakopiański inwestor – dzięki temu, że korzystaliśmy z własnych urządzeń i maszyn oraz że zatrudniliśmy do budowy zaledwie dziesięć osób, koszt tej budowy udało nam się nieco obniżyć. Momentami jednak, muszę powiedzieć, było ciężko. Musieliśmy sprzedać tiry z naszej firmy przewozowej, inne działki, żeby tylko budowa nie stanęła w miejscu. Teraz jestem szczęśliwy, że się nam udało. Choć nie wiem sam, czy podjąłbym się jeszcze raz takiego ryzyka. Potrzeba wielu lat, żeby inwestycja nam się zwróciła.

## Bez doświadczenia

Budowa elektrowni w Szaflarach ruszyła w kwietniu 1999 roku. Projekt i badania wykonało biuro inżynierii wodnej z Gdańska. – My z ojcem nie mieliśmy żadnej wiedzy ani doświadczenia w dziedzinie energetyki wodnej. Wszystkiego uczyliśmy się w trakcie budowy – mówi Józef Stachoń-Tutoń. – Teraz sam obsługuję naszą elektrownię. Nauczyłem się i muszę powiedzieć, że nie jest to tak skomplikowane. A jeżeli zdarzyłaby się jakaś awaria, to wtedy już niestety, ale muszę wzywać specjalistów.

Pierwszy rozruch nowej elektrowni odbył się 1 lipca tego roku. Zainstalowano w niej dwie turbiny: dużą o mocy maksymalnej do 330 kilowatów oraz małą o mocy 50 kilowatów. – W przyszłości planujemy wymianę małej turbiny na nieco większą – co najmniej o mocy do 120 kW – mówi właściciel elektrowni w Szaflarach.



Zapora, która powstała na potrzeby elektrowni na rzece Biały Dunajec ma szerokość 70 metrów. Wyposażono ją w specjalną przepławkę komorową dla ryb. W przyszłości, jak zapowiadają właściciele elektrowni, niewykluczone jest, że akwen, jaki powstał przez wybudowanie zapory, wykorzystany zostanie na cele rekreacyjne. – Może będziemy wypożyczać rowerki wodne, zbudujemy stawki do łowienia ryb – mówi Józef Stachoń-Tutoń.

Przy budowie zapory wykorzystano nowatorskie rozwiązanie. – Postanowiliśmy sami wykonać gumowy jaz – mówi Józef Stachoń-Tutoń. – Jest to pierwsza tego typu konstrukcja w Polsce. Do tej pory najczęściej montowano jazy czeskiej produkcji. Dzięki temu, że wykonaliśmy ten element zapory własnoręcznie, mogliśmy nawet czterokrotnie zaoszczędzić na samym jазie.

Dobrze, że jest odbiorca

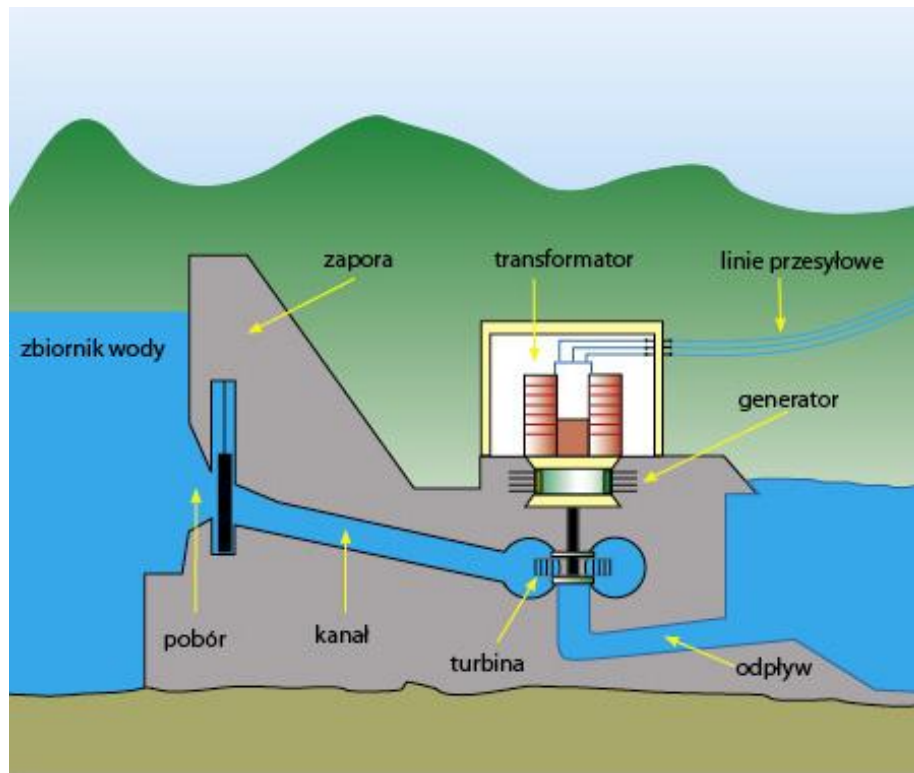
Obecnie elektrownia z Szaflar sprzedaje wyprodukowany przez siebie prąd Zakładowi Energetycznemu w Krakowie. – Podpisaliśmy z nimi umowę na sprzedaż 1300 MW rocznie – mówi Józef Stachoń-Tutoń. Jak twierdzą właściciele elektrowni, nie mieli oni problemu z podpisaniem umowy i znalezieniem odbiorcy na swój produkt. Rozmowy o sprzedaży energii produkowanej w Szaflarach Stachoniowie rozpoczęli jednak dopiero pod koniec budowy elektrowni. – Jak rozpoczynaliśmy tę inwestycję, jeszcze nie myśleliśmy o sprzedaży energii – mówi Józef Stachoń-Tutoń. – Oczywiście mieliśmy obawy, czy znajdziemy odbiorcę na prąd i czy w ogóle uda nam się go sprzedać. Musieliśmy zaryzykować i okazało się, że było warto. Zakład Energetyczny płaci za 1 MWh 214 złotych. Jak twierdzi pan Stachoń, nie jest to zbyt wiele, lecz nie ma innego wyjścia. – Złożyłem ofertę Zakładowi Energetycznemu w Będzinie, który płaci 300 złotych za megawatogodzinę, lecz niestety odmówiono nam – mówi Józef Stachoń-Tutoń – tak, więc dobrze jest, że w ogóle mamy odbiorcę.

Nie mówimy nie...

Inwestor z Zakopanego zapytany o opłacalność takiej inwestycji mówi: Na razie jest jeszcze za wcześnie, żeby cokolwiek stwierdzić. Wiem tylko, że potrzebny jest czas na to, zanim zaczniemy zarabiać. Na razie spłacamy zaciągniętą podwyżkę. Mamy nadzieję, że ceny energii wzrosną i za 1 MWh będziemy otrzymywać 300 złotych. Wtedy może będzie można mówić o opłacalności takich

inwestycji. Jednak właściciele elektrowni w Szaflarach nie wykluczają możliwości budowy w przyszłości kolejnych tego typu obiektów. – Na razie musimy odpocząć, ale kto wie, być może jeszcze kiedyś zbudujemy jakąś elektrownię. Nie mówimy nie – zapowiada Józef Stachoń Tutoń.

## Budowa elektrowni wodnej

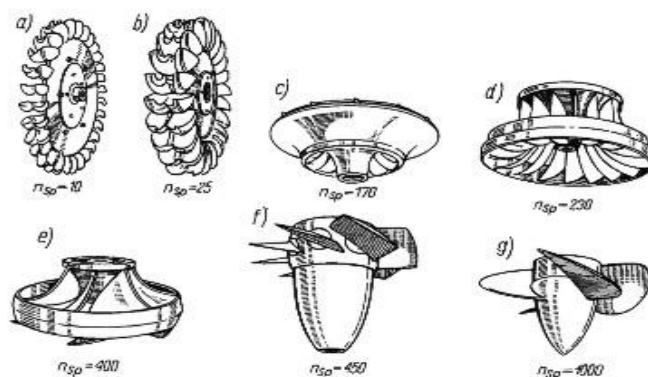


### Turbina wodna

Zwana jest też silnikiem wodnym rotodynamicznym bądź też turbiną hydrauliczną. Turbina wodna to silnik, przetwarzający mechaniczną energię przepływającej przez siebie wody na użyteczną pracę mechaniczną. W zależności od kierunku przepływu wody wyróżnia się turbiny wodne osiowe, diagonalne (skośne), promieniowe i styczne, zaś ze względu na przetwarzanie energii turbiny dzieli się na akcyjne, przetwarzające tylko energię kinetyczną wody i reakcyjne, które poza energią kinetyczną przetwarzają także energię ciśnienia. Wybór odpowiedniej turbiny zależy od wysokości spadku i ilości wody, którą dysponuje dana elektrownia.

KSZTAŁTY WIRNIKÓW TURBIN WODNYCH RÓŻNYCH SYSTEMÓW,  
ZALEŻNIE OD WYRÓŻNIKA SZYBKOBIEŻNOŚCI

Turbiny akcyjne są zazwyczaj stosowane w elektrowniach o wysokim spadzie, przykładem może być używana w rzadko występujących w Polsce elektrowniach o najwyższym spadzie turbina Peltona. Dla niższych spadów odpowiednie są turbiny reakcyjne, na przykład najpopularniejsza i najstarsza turbina Francisa, która znajduje zastosowanie w elektrowniach o średnio wysokim spadzie (od kilkunastu do kilkuset metrów) czy wyposażona w ruchome łopatki, skomplikowana turbina



a, b - turbiny Peltona, c, d, e - turbiny Francisa, f, g - turbiny Kapłana

Kaplana, używana przy spadach niskich (do kilkunastu metrów).

### **Generator**

Turbina wodna zamienia energię kinetyczną na mechaniczną, zaś połączony z turbiną generator z energii mechanicznej wytwarza – czyli generuje - energię elektryczną. Praca generatora, zwanego także prądnicą opiera się na prawie indukcji elektromagnetycznej odkrytym w 1831 roku przez brytyjskiego uczonego Michaela Faradaya, który zaobserwował, że przez poruszający się w obrębie pola elektromagnetycznego przewodnik elektryczny - na przykład miedziany drut – zaczyna przepływać prąd. Tak jest też w generatorze, w którego ruchomej części zwanej wirnikiem znajdują się przewody elektryczne, obracające się na wytwarzającej silne pole elektromagnetyczne żelaznej ramie. Wirnik jest wprawiany w ruch przy pomocy turbiny, poruszającej się z kolei dzięki energii kinetycznej spadającej wody.

### **Linie przesyłowe**

Wyprodukowaną w elektrowni energię elektryczną transmitują na miejsce odbioru linie przesyłowe. Elektryczność nie trafia jednak do naszych domów i zakładów pracy bezpośrednio z miejsca produkcji, prąd ma bowiem niekiedy zbyt niskie napięcie, by można go było efektywnie przesyłać na dalekie dystanse. Podczas transmisji część energii elektrycznej przekształca się w ciepło i jest tym samym tracona, straty są zaś tym większe, im większy jest ładunek elektryczny prądu. By zminimalizować straty energii, elektryczność kieruje się najpierw do stacji transformatorów, które odpowiednio zwiększają jej napięcie. Ponieważ moc jest wynikiem pomnożenia napięcia przez ładunek elektryczny, a straty energii związane są właśnie z ładunkiem, opłaca się transmitować prąd o niższym ładunku i o wyższym napięciu. Taki prąd nie nadaje się jednak do użytku i dlatego nim zostanie rozdystrybuowany, jego napięcie musi zostać odpowiednio obniżone w stacjach przekąźnikowych.

## **Podwodne boje energetyczne**

AWS Ocean Energy opracowała podwodną boję, która wykorzystuje energię fal na głębokości 50 metrów. Ta brytyjska firma twierdzi, że, w przeciwieństwie do innych tego rodzaju urządzeń, boja, dzięki umieszczeniu w całości w wodzie, nie będzie uszkodzana przez sztormy ani nie będzie przeszkadzać statkom w żegludze. Urządzenie firmy AWS, wykonane z tych samych materiałów, co podwodne sekcje platform wiertniczych, spoczywa spokojnie na pewnej głębokości, a energię wytwarza wskutek zmian ciśnienia, jakie są wywoływane poprzez zwiększanie i zmniejszanie kolumny wody nad boją, gdy przechodzą fale. Boje są wypełnione wewnątrz ściśniętym gazem, dzięki czemu górna ich część może poruszać się w górę i w dół. Gdy na powierzchni przechodzi fala, kolumna wody jest większa, rośnie lokalne



ciśnienie wody wywierane na boję, więc jej górna część zostaje pchnięta w dół. Pomiędzy falami ciśnienie jest mniejsze, tak więc górna część boi unosi się. To pompowanie przez wodę jest przetwarzane na elektryczność, którą można normalnie włączyć w sieć energetyczną.

„By zasilić miasto liczące 55.000 tysięcy mieszkańców, potrzeba pół kilometra kwadratowego dna morskiego pokrytego setką boi”, twierdzi przedstawiciel AWS. Dodaje także, że urządzenia będą efektywne na Północnym

Atlantyku, od Szkocji po Portugalię, następnie wzdłuż amerykańskiego brzegu Pacyfiku, od San Francisco po Vancouver, jak również wzdłuż wybrzeża Chile, a nawet w Południowej Afryce i Nowej Zelandii. Jednak w spokojniejszych akwenach, na przykład Morzu Śródziemnym, fale nie osiągają wystarczających wysokości, żeby pompować boję.



## *Energia słoneczna*

Każdego dnia słońce dostarcza energię w ilości przewyższającej dzienne jej zużycie na ziemi około 15 tyś. razy.

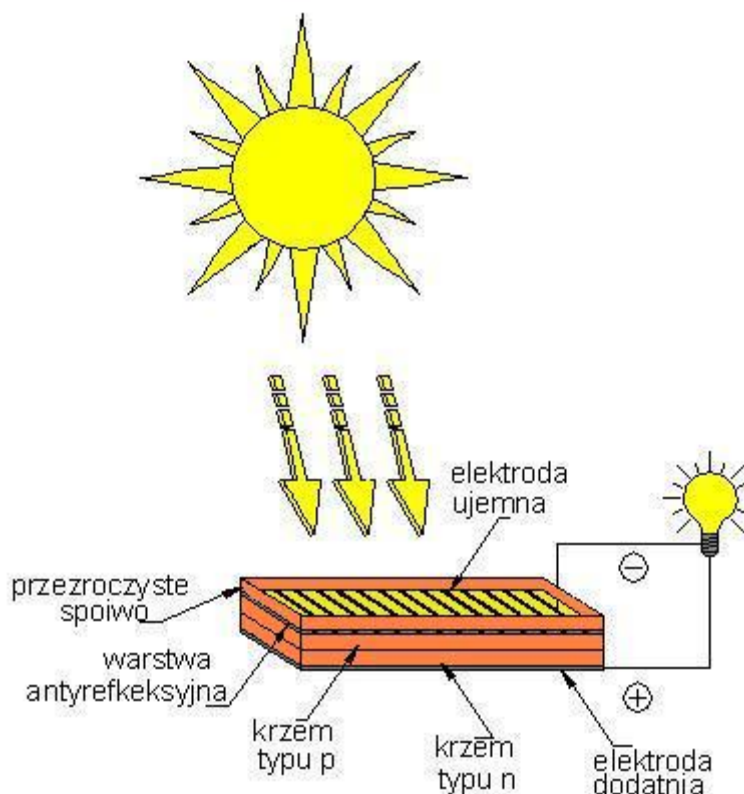
Słońce jest centralną gwiazdą Układu Słonecznego, wokół której krąży Ziemia, inne planety oraz mniejsze ciała niebieskie. Stanowi najjaśniejszy obiekt na niebie. Jest ono także największym, a także najbardziej wydajnym, dostępnym dla ludzkości źródłem energii. Z ogromnej odległości wynoszącej 150 milionów kilometrów dostarcza nam niezliczone i niekończące się ilości energii. Rozwój technologii spowodował, że dziś potrafimy je wykorzystać do produkcji energii elektrycznej.

Graniczną mocą jaką można uzyskać bezpośrednio z energii słonecznej na jednym metrze kwadratowym jest tzw. stała słoneczna, która wynosi średnio  $1\ 367\ \text{W/m}^2$  i jest mocą promieniowania słonecznego docierającą do zewnętrznej warstwy atmosfery. Część tej energii jest odbijana lub pochłaniana przez atmosferę, więc efektywnie wykorzystać przy powierzchni Ziemi możemy do  $1000\ \text{W/m}^2$ .





## Budowa baterii słonecznych

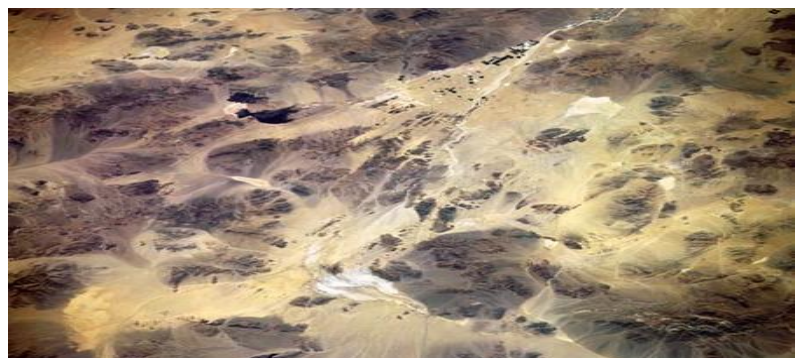


Systemy fotowoltaiczne (PV) przekształcają promieniowanie słoneczne bezpośrednio w elektryczność za pomocą tzw. ogniw słonecznych. Ogniwem takim nazywamy materiał, w którym zachodzi zjawisko fotoelektryczne polegające na konwersji energii świetlnej na elektryczną. Pojedyncze ogniwo słoneczne jest wykonane z półprzewodników i nazywane jest tzw. złączem p-n. Fotony padając na półprzewodnikowe złącze p-n powodują wygenerowanie prądu stałego o napięciu zależnym od materiału ogniwa (dla krzemu około 0,5V) i natężeniu zależnym od powierzchni ogniwa. Obecnie do wykorzystywanych powierzchni zalicza się ogniwa krzemowe monokrystaliczne (sprawność 12-19%), polikrystaliczne (sprawność 10-14%) oraz amorficzne (sprawność 5-10%). Sprawnością nazywamy zdolność materiału do przetwarzania energii słonecznej na elektryczną. Im wyższa, tym większy procent dostarczanej przez Słońce energii jest "odzyskiwany" i zamieniany na prąd elektryczny.

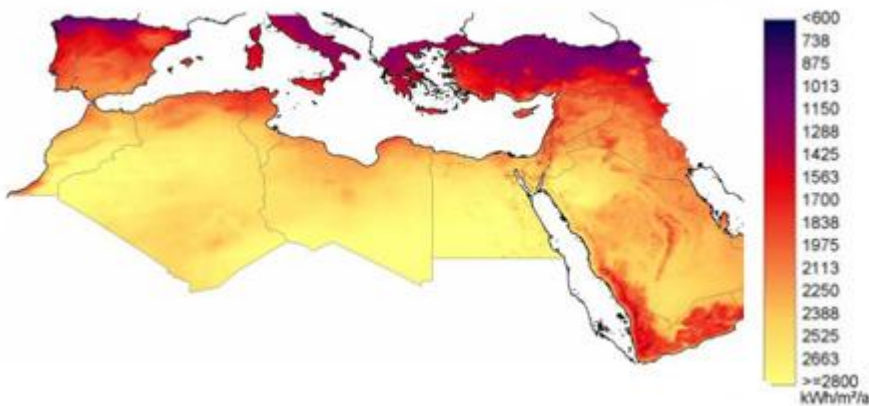
Ruch elektronów wywołany jest fotonami (kwantami energii), które mają dość energii by wybić elektrony z powierzchni półprzewodzącej płytki. Poruszające się w kierunku n elektrony powodują nadmiar ładunku na płytce n i niedobór elektronów w płytce p. Różnica potencjałów między płytkami jest niczym innym jak napięciem elektrycznym, które można wykorzystać do zasilania odbiorników elektrycznych, bądź ładowania akumulatorów. Ilość produkowanej energii zależy od natężenia promieniowania świetlnego. W słoneczny dzień napromieniowanie wynosi około  $1000\text{W/m}^2$ , przy zachmurzonym niebie lub w półcieniu spada do  $100\text{-}200\text{W/m}^2$ . Panel fotowoltaiczny jest szczególnie wrażliwy na częściowe zacinienie. Produkuje tyle prądu ile najślabsze z ogniw, więc zacinienie jednego z nich obniża sprawność całej baterii.

## SŁONECZNY POTENTANT NA ŚWIECIE

Tym mianem możemy śmiało określić elektrownie znajdującą się na pustyni Mojave w południowej Kalifornii. Rozpościera się ona na powierzchni 4500 akrów. Wytwarza ona więcej prądu niż wszystkie dotychczasowe elektrownie słoneczne w Stanach Zjednoczonych. Nowoczesna elektrownia wytwarza 860MW mocy. Dzieje się tak dzięki najnowszej technologii talerzowej. Zdaniem naukowców z Sandia National Laboratories jest ona dwa razy bardziej efektywna niż pozostałe technologie wytwarzające prąd z energii słonecznej. Zatem jest to więcej niż izraelska elektrownia słoneczna o mocy 500MW. Jest to także moc ponad dwa razy większa niż ta produkowana przez system SEGS ( Słoneczny System Generujący Energie, ang. Solar Electric Generating System ). Wyliczono, że kalifornijski gigant jest w stanie zasilić 278 tysięcy domów przez cały rok.



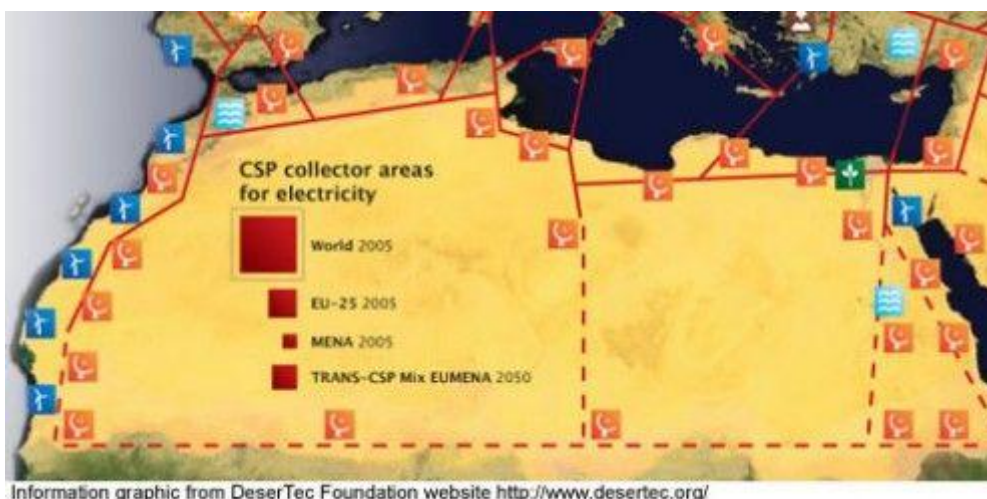
## A co w planach ?



20 niemieckich firm zamierza wykorzystać bardzo duże nasłonecznienie Sahary.

Poziom nasłonecznienia w regionie basenu Morza Śródziemnego. Obszary pustynne Afryki północnej przejawiają zdecydowanie najlepsze warunki do lokalizacji elektrowni słonecznych (źródło: German Aerospace Center).

Planują oni wybudowanie największej elektrowni słonecznej na świecie składającej się z tysięcy mniejszych elektrowni o łącznej mocy 100GW. Wyliczono, że pokrycie kolektorami słonecznymi zaledwie 0,3 % powierzchni tej pustyni byłoby wystarczające do zasilenia całej Europy otrzymana energia. Wytworzona energia popłynęłaby do Europy poprzez linie wysokiego napięcia zlokalizowane nad Morzem Śródziemnym. 13 lipca ubiegłego roku w Monachium podpisano projekt, w którym to 12 koncernów (Klub Rzymski) zainicjowało początek budowy elektrowni słonecznych znanych pod nazwą Desertec. Jego inicjatorem jest grupa ubezpieczeniowa Munich Re (Muenchener Rueck), a do projektu przyłączyły się m.in. głównie niemieckie koncerny, jak E. On, Siemens, RWE, Deutsche bank, ale także szwedzko-szwajcarski ABB, hiszpańska Abengoa i algierski Cevital. Planuje się, że do 2050 roku będą one pokrywać ok. 15% europejskiego zapotrzebowania na energię elektryczną. Warto nadmienić, że będzie to ekologiczna energia z odnawialnego źródła. Cały projekt będzie kosztował 400 miliardów euro.



Information graphic from Desertec Foundation website <http://www.desertec.org/>

TREC (Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation – w wolnym tłumaczeniu Współpraca Regionu Morza Śródziemnomorskiego na rzecz Energii Odnawialnej)) jest inicjatywą Klubu Rzymskiego, powołaną do życia w 2003 r. Ma ona na celu zjednoczenie wysiłku naukowców, polityków i finansistów na rzecz rozwoju odnawialnych źródeł energii. Rezultatem tej kooperacji jest właśnie program DESERTEC.

Pod koniec października ubiegłego roku powołana została spółka o nazwie DII ( Desertec Industrial Initiative – Inicjatywa Przemysłowa Desertec). Jej zadaniem jest stworzenie w ciągu trzech lat konkretnych planów wdrażania inwestycji oraz jej finansowanie.

"Podążamy za wizjonerskim planem - oświadczył członek zarządu Munich Re, Torsten Jeworrek. - Jeśli okaże się sukcesem, wniesiemy wielki wkład w walkę z ociepleniem klimatu. Ekologiczny i gospodarczy potencjał jest ogromny".

Zapewnił też, że projekt będzie realizowany we współpracy na sprawiedliwych zasadach z krajami, na których terytorium powstanie inwestycja.

Na razie nie wiadomo jednak, gdzie zlokalizowane zostaną przyszłe kolektory słoneczne o mocy 100 GW, z których liniami wysokiego napięcia płynąłby czysty prąd do Europy.

Szef rady nadzorczej fundacji Desertec Gerhard Knies odrzucił jednak sugestie, że inwestycja zwiększy uzależnienie energetyczne krajów europejskich od państw niestabilnych.

"W przypadku zaopatrzenia w gaz i ropę już dziś jesteśmy bardzo uzależnieni od Algierii czy Libii i jakoś to się udaje" - powiedział w radiu MDR INFO. Jak dodał, możliwymi partnerami dla nowego projektu są "stabilne i solidne" państwa, takie jak Jordania, Egipt, Tunezja i Maroko.

Inicjatywę z zadowoleniem przyjęła organizacja ekologiczna Greenpeace, nazywając ją "kamieniem milowym" na drodze do wykorzystania energii słonecznej.

"Wizja energii słonecznej pozyskiwanej na pustyniach nie może jednak być sprowadzona do roli listka figowego" - ostrzegli przedstawiciele organizacji. Zdaniem Greenpeace'u Desertec powinien być alternatywą dla szkodliwych dla środowiska elektrowni atomowych i węglowych, a nie konkurencją dla innych czystych technologii, jak energia wiatrowa.



An initiative of



# Energia

W promieniach słonecznych docierających do Ziemi kryje się około 170 000 000 GW mocy. Widzimy więc, że jest to o wiele więcej niż potrzeba do zasilenia naszej planety w ciągu całego roku.

## ZALETY

Energia słoneczna wiąże się z pewnymi zaletami:

- Jest powszechnie dostępna.
- Minimalny koszt eksploatacji.
- Jej wykorzystanie:
  - a) nie przyczynia się do emisji gazów cieplarnianych;
  - b) nie pociąga za sobą produkcji odpadów;
  - c) nie powoduje żadnych zanieczyszczeń.
- Instalacje PV z biegiem lat nie tracą swojej skuteczności.
- Zmniejsza uzależnienie od dostawców energii w przydomowych instalacjach.

## WADY

Niestety, tak jak większość rzeczy energia słoneczna pociąga za sobą negatywne konsekwencje:

- Do budowy ogniw fotowoltaicznych używa się toksycznych pierwiastków (kadm, arsen, selen, tellur).
- Instalacja ogniw zajmuje rozległe obszary.
- Trudności z korzystania z energii powiązane ze zmiennością dobowego i sezonowego nasłonecznienia obszarów.
- Bardzo wysokie koszty instalacji paneli słonecznych.

## WYKORZYSTANIE

Energia słoneczna może być wykorzystywana na wiele sposobów, zarówno do ogrzewania, jak i do produkcji prądu.

**Pasywna konwersja fototermiczna.** Energię słoneczną można wykorzystać do zwykłego ogrzania wody przepływającej przez specjalny system rur. Ten sposób wykorzystywania energii nie nadaje się do instalacji masowych, ale jest używany w gospodarstwach do ogrzewania budynków, dostarczania ciepłej wody czy napędu pomp.

**Konwersja fotowoltaiczna.** Technologia ogniw słonecznych pozwala na przetwarzanie promieniowania słonecznego bezpośrednio na energię elektryczną. Obecnie ogniwa fotowoltaiczne wykonuje się głównie z półprzewodników na bazie krzemu (jest on stosunkowo drogi, ale naukowcy pracują nad wykorzystaniem polimerów przewodzących prąd). Charakteryzują się one

długą żywotnością oraz niezawodnością. Nawet ogniwa zainstalowane 20 lat temu nie wykazują zwykle znaczącego spadku mocy, produkując ponad 90% pierwotnie wytwarzanej energii. Ogniwa słoneczne najlepiej sprawdzają się w warunkach dużego nasłonecznienia, na przykład na pustyniach, gdzie teren i tak jest niewykorzystywany.

**Aktywna konwersja fototermiczna.** Lustra skupiają energię słoneczną podgrzewając specjalne roztwory (sód, lit, azotan potasu). Te z kolei parują i wprawiają w ruch turbinę, która wytwarza energię elektryczną. Oprócz produkcji prądu możliwa jest kogeneracja, czyli wykorzystanie powstającego ciepła, np. do ogrzewania mieszkań. Konstrukcja takich elektrowni jest prosta, czysta i bezpieczna w użytkowaniu, i nie wymaga zaawansowanych technologii. Elementy do takiej elektrowni mogą być produkowane masowo, umożliwiając szybkie zwiększanie zainstalowanej mocy. Sporą zaletą tego typu elektrowni jest możliwość pracy nawet bez światła - ciepło może być gromadzone, a następnie wykorzystywane do produkcji prądu przez kilka godzin.

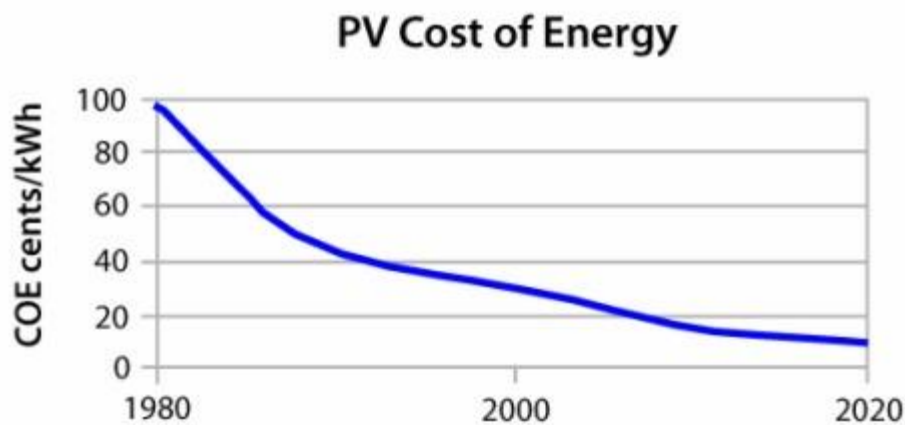
\*\*\*

Jak na razie energia słoneczna jest marginalnym źródłem energii, ale odnotowuje się bardzo szybki przyrost mocy produkowanych ogni słonecznych. Do roku 2006 było to 30% rocznie, w 2007 roku, na fali wzrastających cen paliw kopalnych, moc zainstalowanych paneli słonecznych skoczyła nawet o 60%.



Największą moc elektrowni słonecznych na świecie mają Niemcy, których warunki pogodowe są porównywalne z polskimi. Sprzyja temu polityka podatkowa, szczególnie wysokie gwarantowane ceny zakupu energii produkowanej ze źródeł odnawialnych. Moc zainstalowanych w Niemczech elektrowni fotowoltaicznych wzrosła ze 100 MW w roku 2000 do 4150 MW w roku 2007 (porównywalne z mocą największej polskiej elektrowni w Bełchatowie). W 2007 roku w Niemczech ogniwa fotowoltaiczne wyprodukowały 3.5 TWh prądu (czyli 0,6% z całkowitych 636 TWh). Polska produkuje 159 TWh prądu rocznie, czyli niemieckie ogniwa dałyby nam 2,2% całkowitej produkcji energii elektrycznej).

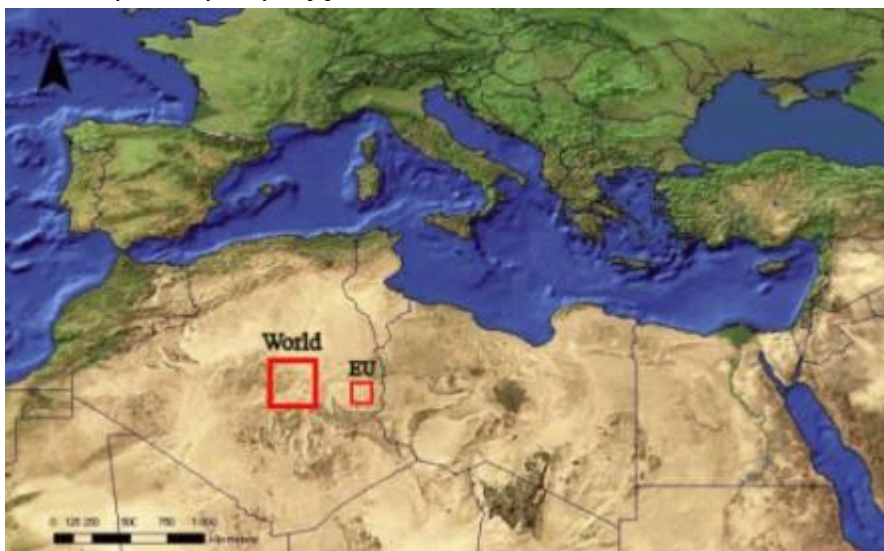
Wraz z postępem technologii i wzrostem wolumenu produkcji spadają ceny ogni. W roku 1970 cena 1 kWh energii z paneli słonecznych wynosiła 8 dolarów, w roku 2001 było to już 40 centów, a w 2007 cena spadła do poziomu 20-25 centów.



Obecnie jest to źródło energii 2-3 krotnie droższe od paliw kopalnych, jednak szacuje się, że ogniwa słoneczne staną się ekonomicznie konkurencyjne w energetyce po 2020 roku i od tego czasu zaczną się ich intensywny wzrost jako źródła energii na skalę przemysłową. Może się okazać, że postęp będzie tu szybszy. Najprostszym rozwiązaniem są efektywniejsze sposoby użycia materiałów fotowoltaicznych, np. zainstalowanie systemu zwierciadeł obrotowych, które nastawiają się automatycznie, tak aby skupić światło na małych panelach słonecznych i w ten sposób wykorzystać jak najwięcej energii słonecznej przy niskim koszcie samych paneli. Duże nadzieje wiąże się też z ogniwami polimerowymi, które w przyszłości mają być dużo tańsze od ogniw krzemowych, a ich produkcja ma być mniej skomplikowana.



Elektrownie słoneczne najlepiej sprawdzają się w warunkach dużego nasłonecznienia, na przykład na pustyniach, gdzie teren i tak jest niewykorzystywany. Aby wyprodukować energię dla całego świata, wystarczyłoby zająć na Saharze teren o rozmiarze 250 x 250 kilometrów.



Rys. Obszar zajmowany przez elektrownie fototermiczne, zaspokajające potrzeby świata i UE.

Koszt kilowatogodziny prądu z takich elektrowni wynosi dziś 13-17 centów (czyli jest 30-70% wyższy, niż dla elektrowni węglowych), jednak szybko maleje - przewiduje się, że do 2015 roku może spaść do 10 centów - poziomu energii z paliw kopalnych, a do 2020, w przypadku dobrze zlokalizowanych elektrowni, nawet do 5 centów (połowy ceny energii z węgla). US Department of Energy szacuje, że do 2030 w USA zainstalowana moc wzrośnie do 35 GW (10% aktualnej mocy pracujących w USA elektrowni węglowych).

Dobrym rozwiązaniem jest budowanie elektrowni słonecznych rozrzuconych po całym kontynencie, czy to Europie i Afryce Północnej, czy Ameryce, i sprzężenie ich w jeden system, także z innymi źródłami odnawialnymi. Nigdy nie dzieje się tak, że nie ma słońca na całym kontynencie. Kiedy w Hiszpanii są chmury, jest słonecznie w Turcji, na Sycylii lub w Tunezji - dzięki temu zawsze część elektrowni dostarcza energii. Do rozwiązania pozostaje oczywiście kwestia połączenia systemów energetycznych pomiędzy krajami.

Jeszcze innym sposobem wykorzystania energii słonecznej jest pozyskanie wodoru w fotokatalitycznym rozkładzie wody, czyli tzw. konwersja fotochemiczna. Pod wpływem energii słonecznej woda rozkłada się na tlen i wodór, który z kolei jest gromadzony, a następnie wykorzystywany jako paliwo. Wodór spalając się z tlenem zamienia się w parę wodną, która jako produkt spalania gwarantuje ekologiczną czystość procesu.

Nic dziwnego, że Komisja Europejska określiła energię słoneczną jako strategiczne źródło zaopatrzenia EU w energię w przyszłości. Przewiduje się, że do połowy wieku energetyka słoneczna będzie dawać więcej energii niż węgiel, czy ropa.

Wbrew pozorom warunki polskie (1600h nasłonecznienia w ciągu roku) nie przeszkadzają wcale w efektywnym wykorzystaniu promieniowania słonecznego. Fotoogniwa mogą bowiem absorbować także światło rozproszone występujące przy zachmurzonym niebie. Liderem w rozwoju energetyki słonecznej są Niemcy leżące w tym samym klimacie co Polska i promujące rozwój energii słonecznej.



## DOŚWIADCZENIE

Pokrywamy powierzchnię równika kolektorami słonecznymi, w celu sprawdzenia, czy ilość wytworzonej przez nie energii będzie odpowiednia do zasilenia całej kuli ziemskiej.

### DANE :

- 1) Obwód równika : 40 075 704 m
- 2) Wymiary kolektora słonecznego: 1580x808x35 [mm]  
( korzystamy z panelu słonecznego Suntech Power 180W )
- 3) Roczne zapotrzebowanie Ziemi na energię: 80 TWh  
( szacowane na rok 2010 )
- 4) Do pokrycia Ziemi potrzeba 25364370 kolektorów słonecznych.
- 5) W ciągu roku jeden kolektor słoneczny wyprodukuje średnio: 1250kWh  
( zależy to od warunków pogodowych i kąta nachylenia; dane z [www.sunergy.pl](http://www.sunergy.pl) )
- 6) Kolektory, które pokryją równik wytworzą ok. 31705462500 kWh energii w ciągu roku. ( 31,7054625 TWh )

### OCENA OPŁACALNOŚCI:

- 1) Cena panelu – ok. 2800zł
- 2) Cena przedsięwzięcia – 71.020.236.000zł (71 miliardów złotych )
- 3) Średnia cena 1kWh energii – 0,40 zł
- 4) Obecnie za produkcję energii wytwarzanej przez nasze kolektory zapłacilibyśmy 12.682.185.000 zł ( 12 miliardów złotych ).

### WNIOSKI:

Pokrycie całego równika panelami słonecznymi nie będzie wystarczające do zasilenia całej kuli ziemskiej. Pomimo to całe przedsięwzięcie będzie nieopłacalne, gdyż o wiele taniej wyjdzie wyprodukowanie energii elektrycznej. Jednakże jako inwestycja długofalowa mogłaby się zwrócić po jakimś czasie, a my produkowalibyśmy każdego roku ok. 31,7 TWh energii nie zanieczyszczając środowiska.



## CIEKAWOSTKA

Jednym z najbardziej innowacyjnych pomysłów pobierania energii słonecznej jest ten stworzony przez Japończyków. Chcą oni bowiem wybudować elektrownie słoneczną na orbicie geostacjonarnej (baterie kosmiczne będą ciągle nad tym samym miejscem na Ziemi). Elektrownia będzie wykorzystywała fakt, że w kosmosie promieniowanie słoneczne jest pięć razy silniejsze niż na Ziemi. Panele będą miały za zadanie przechwytywanie energii z kosmosu. Kwestia przesyłania jej na planetę nie jest jeszcze

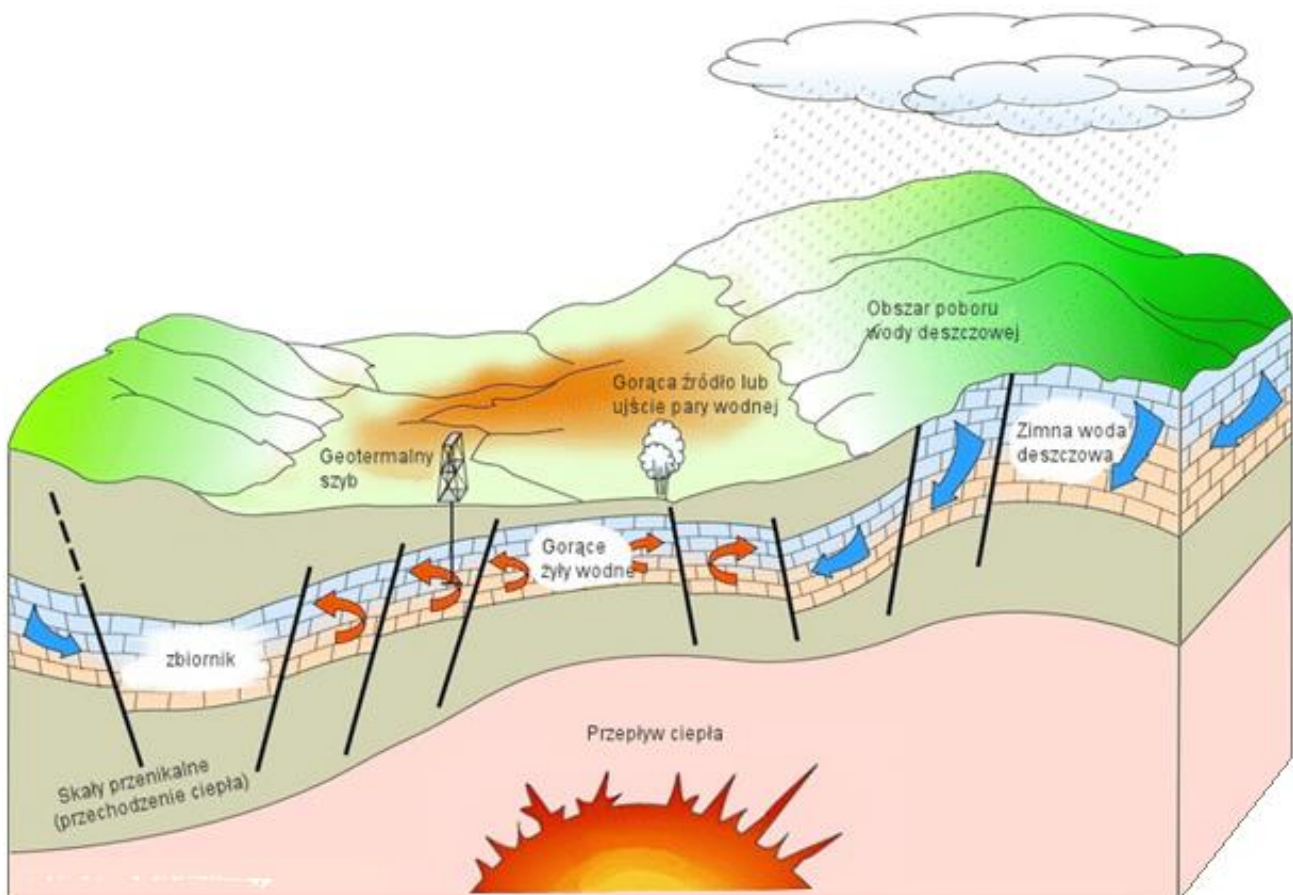


rozstrzygnięta. Prawdopodobnie Japończycy wykorzystają w tym celu laser lub odbiornik mikrofal. Planuje się, że pół miliona ludzi będzie mogło korzystać z nowego, taniego i ekologicznego prądu.



## *Energia geotermalna*

Energia geotermalna jest to energia nagromadzona we wnętrzu Ziemi w postaci gorących skał i wód. Człowiek może korzystać z niej przez cały czas, gdyż jej pokłady są niewyczerpalne. Tworzą się pod powierzchnią Ziemi w wyniku konwekcji i przewodzenia. Geotermia opiera się na gorących skałach lub wodach poniżej 1000 m. Na mniejszych głębokościach temperatury skał i wód nadają się jedynie do wykorzystania w płytkiej geotermii wspomagananej przez pompy ciepła. Źródłem ciepła wewnątrz Ziemi są reakcje rozpadu pierwiastków promieniotwórczych  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  oraz  $^{40}\text{K}$ . Rocznie Ziemia traci 1021 J ciepła. Skorupa ziemską zbudowana jest ze skał osadowych i wulkanicznych o różnej przewodności cieplnej. Im skorupa bardziej syntezuje i jest starsza tym stanowi lepszy ekran dla przewodnictwa ciepła.



## Zasoby geotermalne

Hydrotermiczne

Petrotermiczne

Obecnie częściej wykorzystywane, gdyż odnoszą się one do wody lub pary zawartej w szczelinach skalnych. Wynika to z lepszych możliwości pozyskania ciepła z takich źródeł.

Zmagazynowane w warstwach skalnych i mają znaczenie perspektywiczne. Sposób wykorzystania zasobów geotermalnych zależy od temperatury czynnika grzejącego. Przyjęto, że przy temperaturze powyżej 120-150° C opłaca się go wykorzystać do produkcji energii elektrycznej. Przy niższych temperaturach czynnika grzejącego wchodzi w rachubę wykorzystanie do celów ciepłowniczych, klimatyzacyjnych, wytwarzania ciepłej wody użytkowej w systemach miejskich i przemysłowych, do ogrzewania szklarni, hodowli ryb, do celów balneologicznych i rekreacyjnych.

Źródła energii geotermalnej ze względu na stan skupienia nośnika ciepła i jego wysokość temperatury, można podzielić na następujące grupy:

- a) wody gorące, wydobywane za pomocą głębokich odwiertów eksploatacyjnych,
- b) para wodna wydobywana za pomocą odwiertów, mająca zastosowanie do produkcji energii elektrycznej,
- c) pokłady solne, z których energia odbierana jest za pomocą solanki lub cieczy obojętnej wobec soli,
- d) gorące skały, gdzie woda pod dużym ciśnieniem cyrkuluje przez porowatą strukturę skalną.
- e) grunty i skały do głębokości 2500 m, z których ciepło pobiera się za pomocą pomp ciepła,
- f) wody gruntowe jako dolne źródło ciepła dla pomp grzewczych,

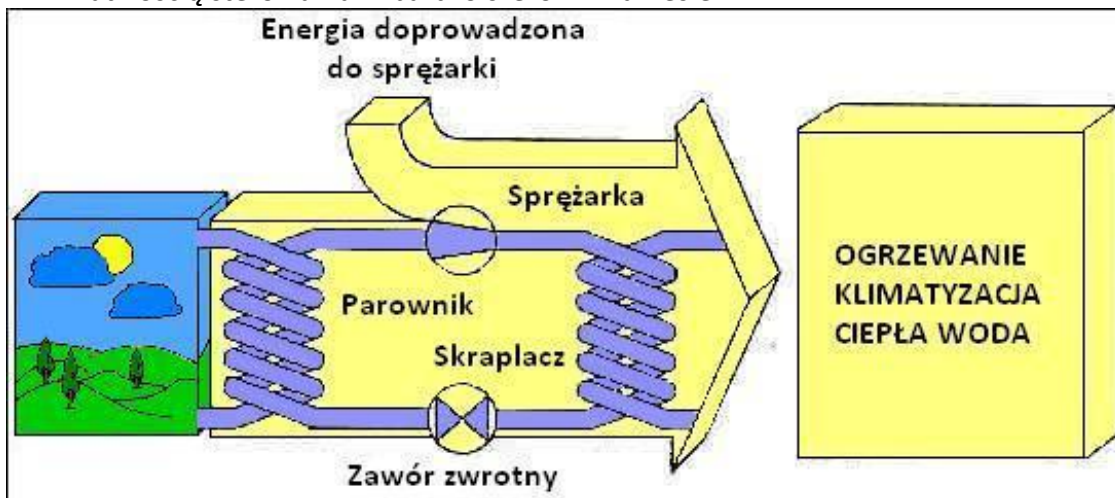
Ciepło pozyskane z głębi Ziemi możemy wykorzystać na dwa sposoby. Pierwszym z nich jest zastosowanie **pompy ciepła** do ogrzewania budynku. W tym systemie odbiór energii realizowany jest przez wymiennik ciepła, zamieszczony na niewielkiej głębokości (do 200 m). Wymiennik taki może być umieszczony również poziomo na głębokości 2 m. Jako czynnik obiegowy stosuje się wodę z dodatkiem środka przeciwzamarzającego (25-30%) lub solankę. Układ taki jest stosowany w gospodarstwach indywidualnych. W przypadku znacznych głębokości (powyżej 2500) temperatura czynnika grzewczego może osiągnąć na tyle wysoką wartość, że ciepło odzyskuje się w tradycyjnych wymiennikach bez wspomaganie pompą ciepła. W tym przypadku instalacja jest zdolna do ogrzania kilkudziesięciu, a nawet kilkuset budynków jednorodzinnych.

Drugim powszechnym zastosowaniem ciepła Ziemi jest budowa **elektrowni geotermalnej** do produkcji prądu elektrycznego.

## Pompa ciepła

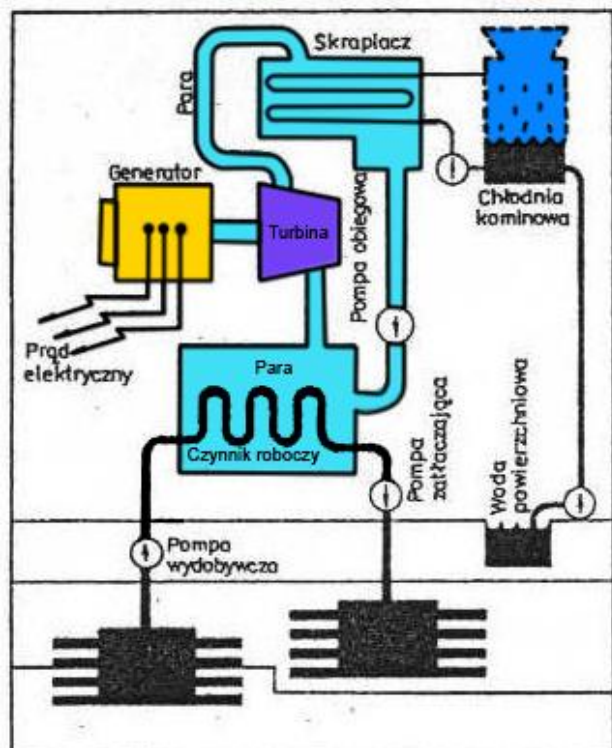
Pompa ciepła jest urządzeniem pozwalającym na odzyskanie ciepła z naturalnych, darmowych źródeł energii. Niskotemperaturowa energia podniesiona za pomocą pompy ciepła na wyższy poziom temperatury oddawana jest do układów centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła stosuje się do ogrzewania zarówno małych domów, jak i całych osiedli i obiektów przemysłowych. Pierwszą pompę ciepła zastosowano do ogrzewania domów w 1928 roku w USA. W latach czterdziestych w tym kraju stosowano je w 30% nowych domów jednorodzinnych. Obecnie stosowane są również w Europie, głównie w Niemczech, Francji i krajach skandynawskich. W Sztokholmie pracuje pompa ciepła o mocy 260 megawatów zapewniając w 60% pokrycie zapotrzebowania na ciepło w tym mieście. Proces pompowania energii w sprężarkowej pompie ciepła cechuje się:

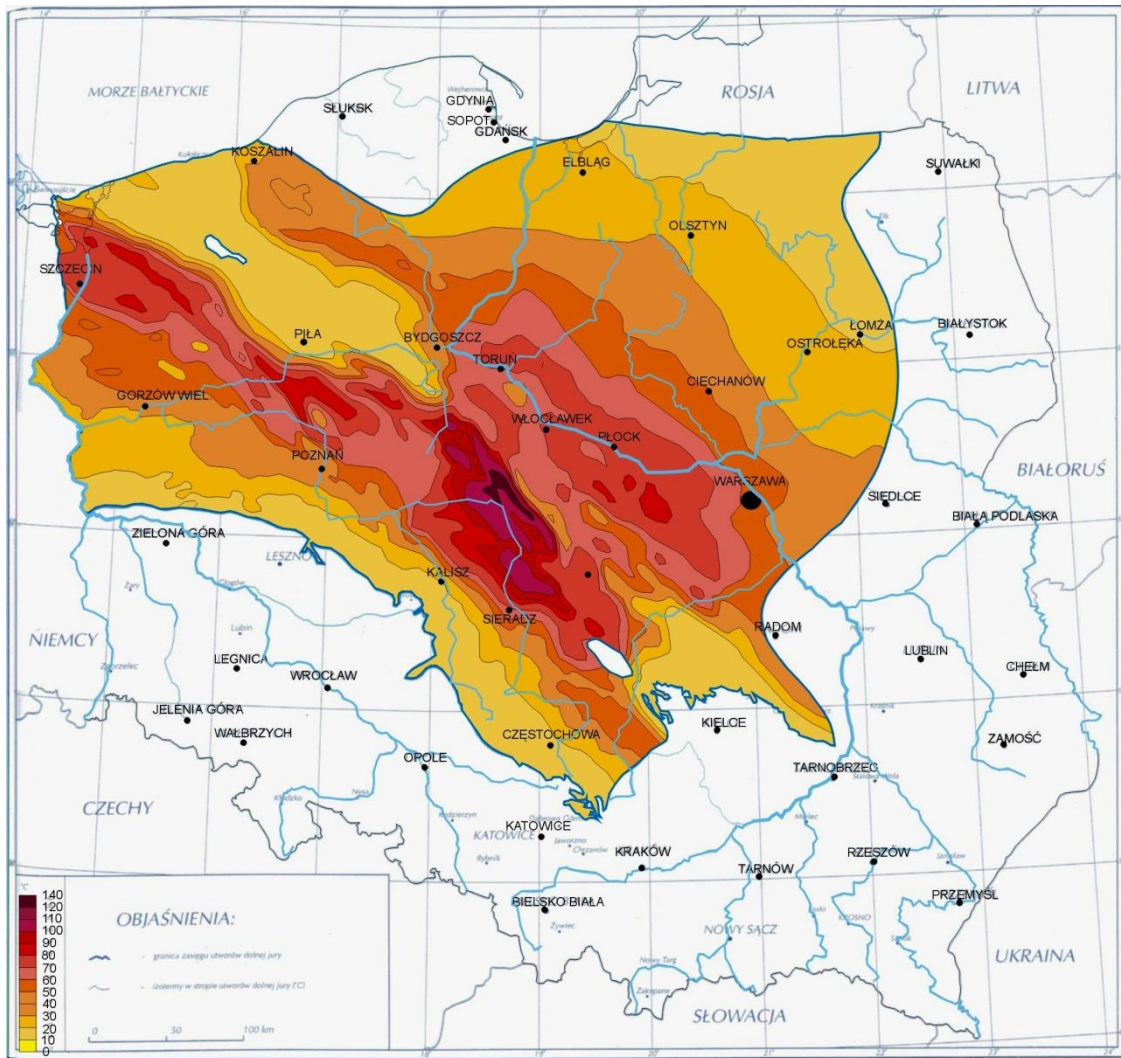
- brakiem konieczności stosowania kominów i instalacji wentylacyjnych,
- neutralnością w stosunku do środowiska,
- małym poborem energii,
- łatwością sterowania w bardzo szerokim zakresie.



## DZIAŁANIE ELEKTROWNI GEOTERMALNEJ

Woda geotermalna z odwiertu oddaje ciepło czynnikowi termodynamicznemu właściwego obiegu, a następnie jest zatłaczana z powrotem do złoża. Czynnik w postaci pary jest skierowany do turbiny wytwarzającej prąd elektryczny. Skroplony czynnik termodynamiczny w skraplaczu zawracany jest do wymiennika, gdzie ulega ponownemu odparowaniu.





Jak widzimy, zasoby energii geotermalnej w naszym kraju są rozłożone nierównomiernie – wzdłuż linii Warszawa – Szczecin.

## ENERGIA GEOTERMALNA

WADY	ZALETY
<p>Wysoki koszt odwiertów i instalacji</p> <p>Konieczność częstej konserwacji i czyszczenia systemu geotermalnego</p> <p>Możliwość zanieczyszczenia wód gruntowych</p> <p>Odpowiednie skały występują w niewielu miejscach na świecie</p> <p>Przy eksploatacji mogą wydobywać się gazy czy substancje szkodliwe (radon, siarkowodór)</p>	<p>Nieograniczone zasoby</p> <p>Czyste źródło energii</p> <p>Szeroki zakres możliwości wykorzystania</p> <p>Jej użycie nie jest uzależnione od warunków pogodowych</p> <p>Przyjazna środowisku naturalnemu</p>

## INNE MAŁOPOTRZEBNE WZORY : )

Zasoby statyczne energii geotermalnej :

$$E_S = A * m * ((1 - n_E) * \rho_S * c_S + n_E * \rho_W * c_W) (T_S - T_0) \text{ [J]} \quad (2)$$

Gdzie:

A - powierzchnia obszaru,

m - miąższość warstw wodonośnych,

$n_E$  - porowatość efektywna skał zbiornikowych,

$T_S$  - temperatura w stopie zbiornika geotermalnego,

$T_0$  - średnioroczna temperatura na powierzchni Ziemi,

$\rho_W, \rho_S$  - średnia gęstość wody i szkieletu skalnego  $\text{kg/m}^3$ ,

$c_W, c_S$  - średnie ciepło właściwe wody i szkieletu skalnego  $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ .

Moc cieplna możliwa do uzyskania ze złoża:

$$P_T = Q * C_W * (T_1 - T_2) \text{ [kW]}$$

Gdzie:

Q - wydajność otworu,

$C_W$  - ciepło właściwe wody,

$T_1 - T_2$  - temperatura schłodzenia wody.

Ilość ciepła jaka jest skumulowana w danym zbiorniku skalnym można obliczyć za pomocą wzoru:

$$Q = P * m * \rho * (T_0 - T_K) * 1015 \text{ [cal]}$$

Gdzie:

P - powierzchnia obszaru zbiornika,

m - grubość poziomego geotermalnego (miąższość),

$\rho$  - średnia zawartość efektywna skał zbiornikowych,

$T_0$  - temperatura wody w zbiorniku,

$T_K$  - temperatura wody zatłaczanej do złoża,

1015 - przelicznik do zmiany objętości z  $\text{km}^3$  na  $\text{cm}^3$ .

## ZESTAWIENIE NIEKTÓRYCH PANELI SŁONECZNYCH

### NAPS Marine NP22 RSS



#### Parametry

Moc maks. [Pmax]	22 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,5 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	17,5 V
Prąd zwarcia [Isc]	1,4A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	1,3 A
Wymiary [mm]	596x357x4

Waga 3,15 kg

### Panele słoneczne SL005-12M

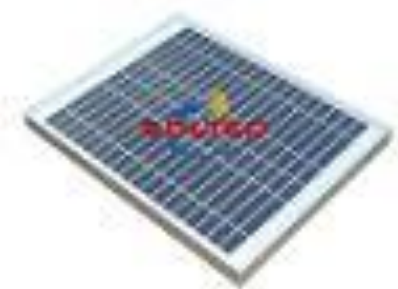


#### Parametry

Moc maks. [Pmax]	5 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,0 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	16,8 V
Prąd zwarcia [Isc]	0,34 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	0,29 A
Wymiary [mm]	246x214x25
Waga	1 kg



Panele  
słoneczne  
SL010-12



Parametry

Moc maks. [Pmax]	10 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,0 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	16,8 V
Prąd zwarcia [Isc]	0,68 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	0,60 A
Wymiary [mm]	354x276x25

Waga 1,5 kg

Panele  
słoneczne  
SL020-12



Parametry

Moc maks. [Pmax]	20 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,0 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	18,8 V
Prąd zwarcia [Isc]	1,36 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	1,19 A
Wymiary [mm]	638x276x25

Waga 3,5 kg

Panele  
słoneczne  
SL013-12



Parametry

Moc maks. [Pmax]	13 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,0 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	16,8 V
Prąd zwarcia [Isc]	0,87 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	0,77 A
Wymiary [mm]	450x290x25

Waga 1,5 kg

#### Panele słoneczne SL080-12



##### Parametry

Moc maks. [Pmax]	80 W
Napięcie nominalne [U]	12 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	21,6 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	17,2 V
Prąd zwarcia [Isc]	4,65 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	5,14 A
Wymiary [mm]	1196x534x35

Waga 8 kg

#### Panele słoneczne Suntech Power 180W



##### Parametry

Moc maks. [Pmax]	180 W
Napięcie nominalne [U]	24 V
Napięcie maks. (jałowe) [Uoc]	44,8 V
Napięcie w punkcie mocy maks. [Um]	36,20 V
Prąd zwarcia [Isc]	5,30 A
Prąd w punkcie mocy maks. [Im]	5,00 A
Wymiary [mm]	1580x808x35

## Złoty liść.



Złoty liść nie rośnie na drzewach, ale może pobierać energię ze Słońca. Zespół amerykańskich techników chemicznych uzyskał fotosyntetyczne molekuly z roślin i dołączył je do cienkich kawałków złota, tworząc w ten sposób fotosyntetyczny organizm cybernetyczny. Organizmy przeprowadzają proces fotosyntezy przez minimum 3,5 bilionów lat i w tym czasie zdołały rozwinąć kombinacje białek i absorbujących światło barwników, aby spożytkować energię słoneczną. W celu wymyślenia czegoś nowego zespół Kane Jennings i Petera Ciesielski z Vanderbilt University w Nashville, Tennessee, zdecydowali użyć

białek biorących udział w procesie fotosyntezy, aby stworzyć własne, nowe, fotosyntetyczne elementy. Pomysł ten pochodzi od Eliasa Greenbauma z Oak Ridge National Laboratory, również w Tennessee, który w drugiej części lat 90' zaprezentował kompleks białek zwany PS1, pobrany z liści szpinaku, który okazał się być aktywny mimo zamieszczenia nieruchomo na złotej powierzchni.

### Sztuczny liść

Od czasu eksperymentu Greenbauma, proces ekstraktowania PS1 z części roślin został udoskonalony, jak mówi Jennings próbując tak operować światło-pobierającymi białkami, aby przekształcić je w sztuczny organ. Jennings i Ciesielski stworzyli komponenty korzystając z dostępnych do kupienia stopów złota i srebra. Stężonego kwasu azotowego użyto do roztopienia srebra i pozostawieniu złota z niewidocznymi dla oka ubytkami. To rozwiązanie umożliwiło umieszczenie wielkiej ilości PS1 na powierzchni. Ponadto, uczyniło to liść wystarczająco cienkim, aby światło mogło przenikać. Ostateczna forma została jeszcze naprężona przez grubszy kawałek złotego substratu, aby zapewnić wynalazkowi trwałość. Kompleks PS1 został dołączony do liścia, co zostało poprzedzone utworzeniem osłonki z „dziurawych elementów złota” - umożliwiło to silne połączenie końcówek cząsteczek z białkami. Wstępne doświadczenie zakładało, że kompleks PS1, który umieszczono pod źródłem światła wydziela elektrony, które złoto pobiera jako bieżącą elektryczność. W prawdziwych roślinach elektrony te zostałyby użyte do zredukowania związków chemicznych jako część łańcucha reakcji chemicznych, który miałby wyprodukować nowe złoża energii w formie węglowodanów.

### Niski poziom mocy

Najbardziej wyczerpująco testowany sztuczny liść produkuje prąd o natężeniu około 800 nanoamperów na centymetr kwadratowy. Oczywiście, z tego miejsca daleko do uzyskania efektów, które można by było nazwać ekonomicznymi, ale naukowcy w celu usprawnienia i zintensyfikowania profitów pracują nad nowym modelem. "W tym momencie pracujemy nad zmodyfikowaniem błony PS1, która miałaby mieć 1 mikrometr grubości" mówi Jennings. "Błony tego rodzaju są w stanie wygenerować natężenie 2 mikroamperów i są w stanie napędzić niedrogi kalkulator. „Chociaż cybernetyczne elementy są wciąż daleko za najlepszymi – bazującymi na silikonie komórkami słonecznymi, to nowe przedsięwzięcie może włączyć się do rywalizacji w przyszłości. Nowy design jest nieskomplikowany, a czerpanie z tanich, ale wydajnych liści roślin oraz odpowiednich substratów, potrzebnych do stworzenia cybernetycznego liścia wydaje się być proste. Jakkolwiek, system jest wciąż zbyt delikatny, aby wystawić je na działanie światła słonecznego, które najprawdopodobniej wypaliłoby białka PS1.

Tak więc znalezienie sposobu do ich ochrony i stworzenie liścia, który będzie w stanie zawierać więcej białek z pewnością usprawni ich zdolność produkcyjną. Ponadto, może to nawet zaowocować zmianą koloru sztucznych liści na zbliżony do naturalnej zieleni, albowiem póki co mają barwę rdzawej czerwieni, co jest skutkiem właściwości, które przejawia zmodyfikowane złoto. Greenbaum jest pod wrażeniem tego, jaką drogę przemierza obecnie jego przedsięwzięcie i jak daleko może zajść. . "Muszę przyznać, że to świetna robota, fantastycznych ludzi" mówi. "Wyniki prezentują ważny krok w dziedzinie energii słonecznej i związanej z nią konwersją energii."

*tlumaczenie z: Journal reference: ACS Nano (DOI: 10.1021/nn800389k)*





## *Energia wiatrowa*

Energia wiatr jest odnawialnym źródłem energii, która jest przekształconą formą energii słonecznej. Definiuje się go jako ruch powietrza spowodowany różnicą gęstości ogrzanych mas powietrza i ich przemieszczaniem ku górze. Powoduje to różnicę ciśnień, a naturalna tendencja do ich wyrównywania powoduje powstawanie wiatru.

Ocena się, że około 1-2% energii słonecznej dochodzącej do Ziemi ulega przemianie na energię kinetyczną wiatru, stanowi to 2700 TW. 25% tej energii przypada na stumetrową grubość warstwy powietrza atmosferycznego otaczającego bezpośrednią powierzchnię Ziemi. Po uwzględnieniu strat różnego rodzaju, oraz możliwości rozmieszczenia instalacji wiatrowych, mają one potencjał energetyczny o mocy 40 TW.

Światowe zasoby energii wiatru, które nadają się do wykorzystania z technicznego punktu widzenia, to 53 tys. TWh/rok. Ta ilość energii jest 4 razy większa niż wynosiło globalne zużycie energii elektrycznej w 1998 roku.



## Energetyka wiatrowa w Polsce

Moc uzyskiwana z elektrowni wiatrowych to około 666 MW (stan 30.09.2009, źródło URE). Wśród inwestycji wyróżnić można 14 profesjonalnych projektów:

Lokalizacja	Województwo	Moc
Barzowice	zachodniopomorskie	5,1 MW
Cisowo	zachodniopomorskie	18 MW
Zagórze	zachodniopomorskie	30 MW
Lisewo	pomorskie	10,8 MW
Tymień	zachodniopomorskie	50 MW
Puck	pomorskie	22 MW
Kisielice	warmińsko-mazurskie	40,5 MW
Kamieńsk	łódzkie	30 MW
Jagniątkowo	zachodniopomorskie	30,6 MW
Łosina k/Słupska	zachodniopomorskie	48 MW
Gniezdzewo	pomorskie	22 MW
Karścino	zachodniopomorskie	69 MW
Łebcz	pomorskie	8 MW
Suwałki	podlaskie	41,4 MW

oraz pojedyncze turbiny lub zespoły kilku turbin o małej mocy rozsiiane po całym kraju.

Łącznie w Polsce, zgodnie z prawem działa 282 źródła.

Nasylenie elektrowniami wiatrowymi w Polsce należy do najniższych w Europie. Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej na mieszkańca, to 0,012 kW, a na km<sup>2</sup> obszaru lądowego przypada 1,44 kW.

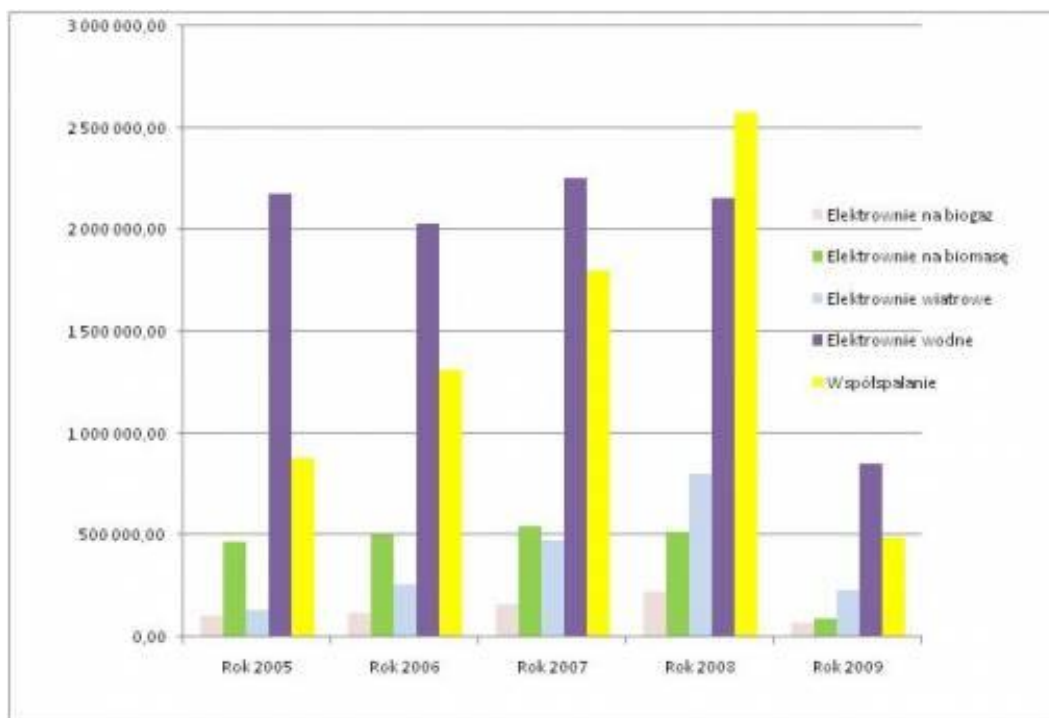
Produkcja z energii wiatru:

- 2004: 142,3 [GWh],
- 2005: 135,3 [GWh],
- 2006: 388,4 [GWh]
- 2007: 494,2 [GWh]
- 2008: 790,2 [GWh]
- 2009: 233,3 [GWh]

Udział generacji wiatrowej w krajowym zużyciu energii elektrycznej:

- 2004: 0,1% (142GWh/ 144TWh),
- 2005: 0,09% (135GWh/ 145TWh),
- 2006: 0,26% (388,4GWh/ 149TWh),
- 2007: 0,32% (494,2GWh/ 154TWh),
- 2008: 0,51% (790,2GWh/ 153TWh).

## Udział generacji wiatrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej z OZE.



Źródło: Opracowanie PSEW na podstawie danych URE. Stan na 31.05.2009

Plany rządowe na 2010 rok:

- 2000 MW zainstalowanych w energetyce wiatrowej,
- 2,3% udział generacji wiatrowej w krajowym zużyciu energii,
- Potrzebny przyrost mocy w latach 2006 - 2010: ponad 1800 MW, co oznacza potrzebę przyłączenia ok. 450 MW rocznie.

Pod kątem mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej Polska nie jest jeszcze widzialna na mapie świata... jesteśmy daleko za Niemcami, USA, Hiszpanią, Danią, Włochami, UK, Holandią, Portugalią, Francją, Grecją, Szwecją, Irlandią... ale kraj nasz posiada duży potencjał rozwojowy!



Nowe przyłączenia:

Ponadto, w realizacji są następujące projekty:

Lokalizacja	Województwo	Moc
Łebcz	Pomorskie	8 MW
Malbork	Pomorskie	18 MW
Górzycza	Lubuskie	-
Rzepin	Lubuskie	-
Zajączkowo i Widzino	Pomorskie	90 MW
Tychowo	zachodniopomorskie	50 MW
Jeleniewo	suwalszczyzna	30 MW
Śniatowo	zachodniopomorskie	32 MW
Kozanki Wielkie	łódzkie	-
Margonin	wielkopolskie	120 MW
Kuślin	wielkopolskie	>70 MW
Mieleszyn	wielkopolskie	120 MW
Dobrzyń nad Wisłą	kujawsko-pomorskie	34 MW

## Korzyści z energetyki wiatrowej

**Do najważniejszych korzyści ekologicznych energetyki wiatrowej zaliczyć należy:**

1. Przyczynia się w znaczący sposób do poprawy czystości powietrza, a tym samym poprawy jakości klimatu, stanowiąc w ten sposób jedno z głównych narzędzi realizacji postanowień Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu z 1992r. i Protokołu z Kioto.
2. Przyczynia się w znaczący sposób do realizacji celów pakietu klimatyczno – energetycznego 3x20, zakładającego do roku 2020: wzrost do 20% udziału energetyki odnawialnej w całkowitym bilansie energii, ograniczenie emisję CO<sub>2</sub> o 20% oraz zmniejszenie o 20% zużycia energii pierwotnej.
3. Przyczynia się w znaczący sposób do osiągania celów Konwencji o różnorodności biologicznej z 1992r. właśnie dzięki temu, że wpływa na poprawę jakości powietrza, ograniczanie degradacji siedlisk i ograniczanie zmian klimatycznych.
4. Energetyka wiatrowa jest technologią bezemisyjną – brak emisji gazów cieplarnianych tj. dwutlenku węgla, tlenków siarki czy tlenków azotu, brak emisji pyłów.
5. Przy wytwarzaniu energii z wiatru brak jest odpadów stałych i gazowych, nie występuje degradacja i zanieczyszczanie gleby, brak degradacji terenu oraz strat w obiegu wody.
6. Wiatr stanowi niewyczerpalne, odnawialne źródło energii, przez co jego wykorzystanie pozwala na ograniczane zużywania zasobów paliw kopalnych.

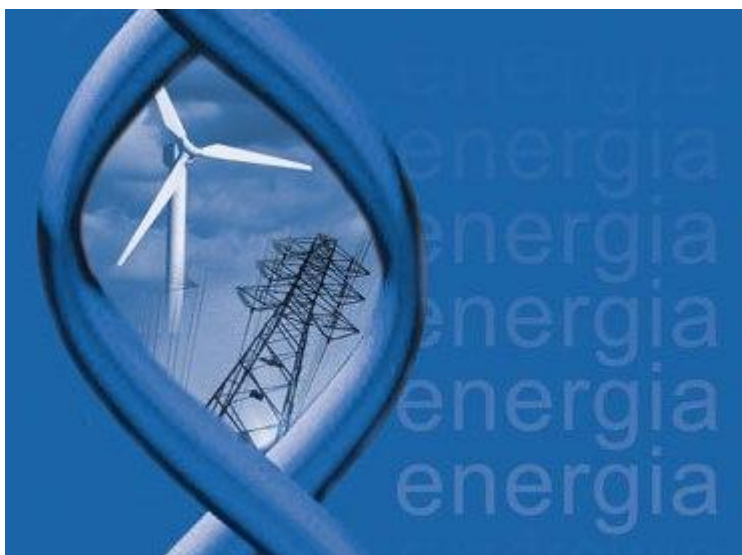


7. Technologia pozbawiona jest ryzyka zastosowania (np. awarii reaktora, z jakim związane jest wykorzystanie energetyki atomowej).
8. Wykorzystanie wiatru nie powoduje spadku poziomu wód podziemnych, które towarzyszy wydobyciu surowców kopalnych (węгля).
9. Wykorzystanie wiatru nie wymaga dużych powierzchni, elektrownie wiatrowe na lądzie mogą współistnieć z rolniczym wykorzystaniem gruntu, zajmując jedynie niewielką powierzchnię pod fundamenty urządzeń i drogi serwisowe.
10. Wykorzystanie technologii produkcji energii z wiatru powoduje najmniejszy wpływ na ekosystemy spośród znanych technologii.
11. Przyczynia się w znaczący sposób do realizacji postanowień nowej dyrektywy 2009/28/WE z dn. 23 kwietnia 2009 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
12. Wpisuje się w cele Polityki Ekologicznej Państwa na lata 2007 – 2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011 – 2014, której nadrzędnym i strategicznym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego kraju i tworzenie podstaw do zrównoważonego rozwoju społeczno gospodarczego. Celami realizacyjnymi są:
  1. wzmacnianie systemu zarządzania ochroną środowiska
  2. ochrona dziedzictwa przyrodniczego i racjonalne wykorzystanie zasobów przyrody
  3. zrównoważone wykorzystanie materiałów, wody i energii
  4. dalsza poprawa jakości środowiska i bezpieczeństwa ekologicznego dla ochrony zdrowia mieszkańców Polski
  5. ochrona klimatu – w tym spełnienie wymagań protokołu z Kioto.

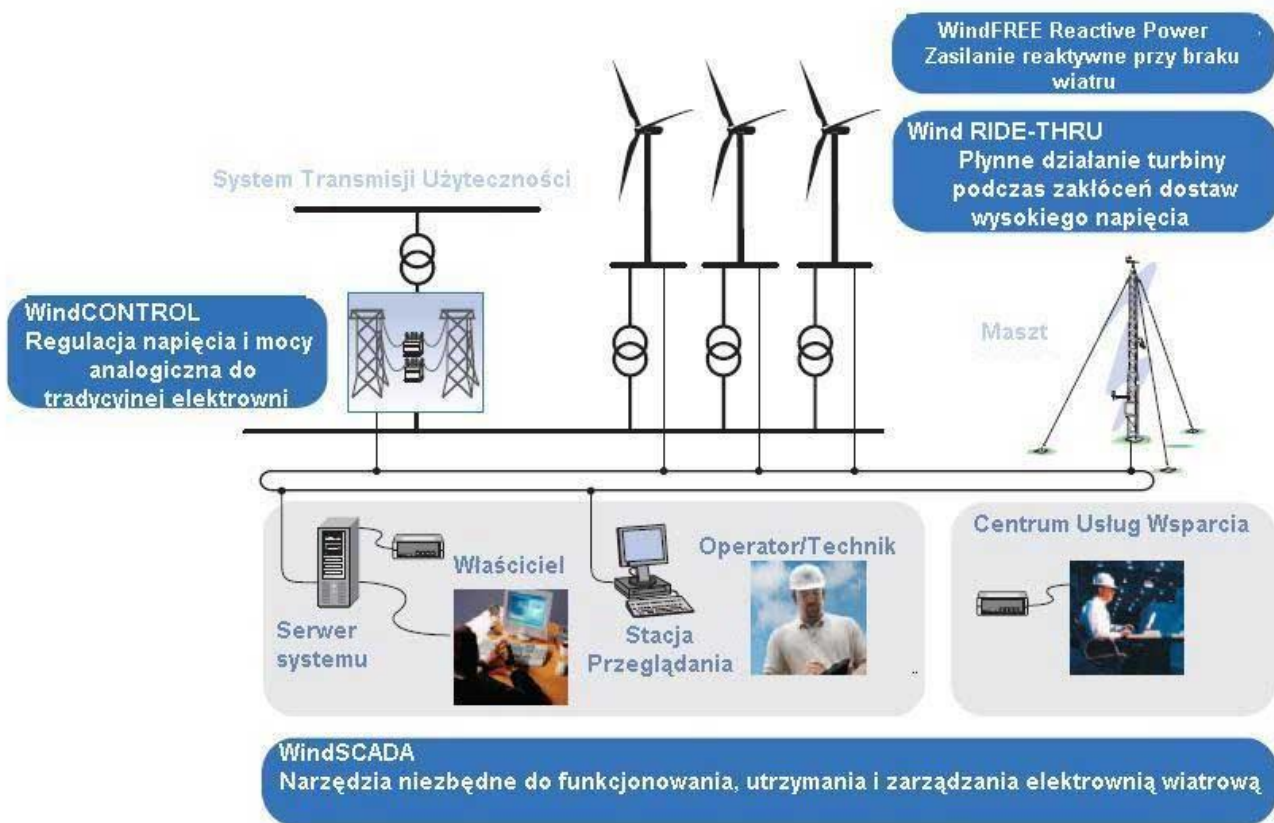
**Wśród najważniejszych korzyści społecznych i gospodarczych wyróżnić można:**

1. Rozwój Energetyki wiatrowej przyczynia się do tworzenia nowych miejsc pracy Obecnie, w Europie sektor ten zapewnia ponad 150 tys. pełno-etatowych stanowisk pracy (średnio, piętnaście pełno-etatowych miejsc pracy przypada na 1 MW mocy zainstalowanej w ciągu roku). Według prognozy EWEA zatrudnienie w sektorze energetyki wiatrowej w UE w 2020 roku wzrośnie do ponad 350 tys. miejsc pracy. W Polsce, w sektorze energetyki wiatrowej według szacunków PSEW z końcem 2008 roku zatrudnionych było ponad 2000 osób,
2. Niskie koszty eksploatacyjne pozyskiwania energii wiatru,
3. Brak kosztów paliwa (źródło pozbawione ryzyka wahań cen paliw, pozwalające na wyeliminowanie wpływu wahań cen paliw na gospodarkę),
4. Rozwój nowych sektorów gospodarki i co za tym idzie generowanie przychodów dla państwa, samorządów lokalnych i przedsiębiorstw. Wpływ na rozwój i aktywizację regionów, w tym morskich,
5. Rozwój energetyki wiatrowej niesie również korzyści dla budżetu państwa – są to dochody z tytułu redukcji emisji dwutlenku węgla do atmosfery w ramach mechanizmów handlu emisjami,

6. Korzyścią dla gminy z inwestycji w OZE są wpływy z podatków od nieruchomości. Podatek nalicza się według 2% stawki od wartości części budowlanych, na którym znajduje się elektrownia,
7. Kolejną korzyść dla gminy to dochody z tytułu dzierżawy gruntów komunalnych oraz wpływy z tytułu udziału gminy w podatku PIT i CIT. Instalacje elektrowni wiatrowych przynoszą dochody z tytułu dzierżawy gruntów rolnych, co z kolei wpływa na stabilizację dochodów rolników, a pośrednio ma wpływ na płatność podatku rolnego,
8. Kreowanie wzrostu gospodarczego,
9. Rozwój małych i średnich przedsiębiorstw,
10. Rozwój nowych technologii i innowacji,
11. Dywersyfikacja źródeł energii i zmniejszenie uzależnienia od importu energii, w szczególności od importu surowców, a przez to wzrost bezpieczeństwa energetycznego,
12. Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem cen energii wytwarzanej przez konwencjonalne źródła,
13. Rozwój infrastruktury przesyłowej,
14. Rozbudowa infrastruktury komunikacyjnej,
15. Zmniejszenie kosztów i strat przesyłu poprzez przybliżenie wytwórcy do odbiorcy,
16. Elektrownie wiatrowe zajmują niewiele miejsca i mogą współistnieć z innymi rodzajami aktywności takimi jak rolnictwo czy ogrodnictwo,
17. Możliwość szybkiej instalacji dużych mocy wytwórczych,
18. Wpływ na zrównoważony rozwój.



## Moc elektrowni wiatrowej



Moc wiatru wynika z energii kinetycznej strumienia powietrza przechodzącego przez powierzchnię  $S$  z prędkością  $V_1$  w czasie  $t$ . Moc elektrowni wiatrowej determinują silnik wiatrowy i prądnica elektryczna

$$W_k = \frac{1}{2} m V_1^2$$

$$m = \rho S \cdot V_1 \cdot t$$

$$P_o = \frac{W_k}{t} = \frac{1}{2} \rho S V_1^3 = \frac{\pi}{8} \rho D^2 V_1^3$$

gdzie:

$\rho$  – gęstość powietrza ( $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$  w temp.  $0^\circ\text{C}$  i ciśnieniu  $981 \text{ hPa}$ ),

$S, D$  – powierzchnia i średnica wirnika turbiny wiatrowej,

$V_1$  – prędkość wiatru.

Moc, którą można odzyskać przy pomocy silnika wiatrowego, przy uwzględnieniu ciągłości przepływu strumienia powietrza i różnicy prędkości strumienia powietrza przed ( $V_1$ ) i za ( $V_2$ ) silnikiem wiatrowym

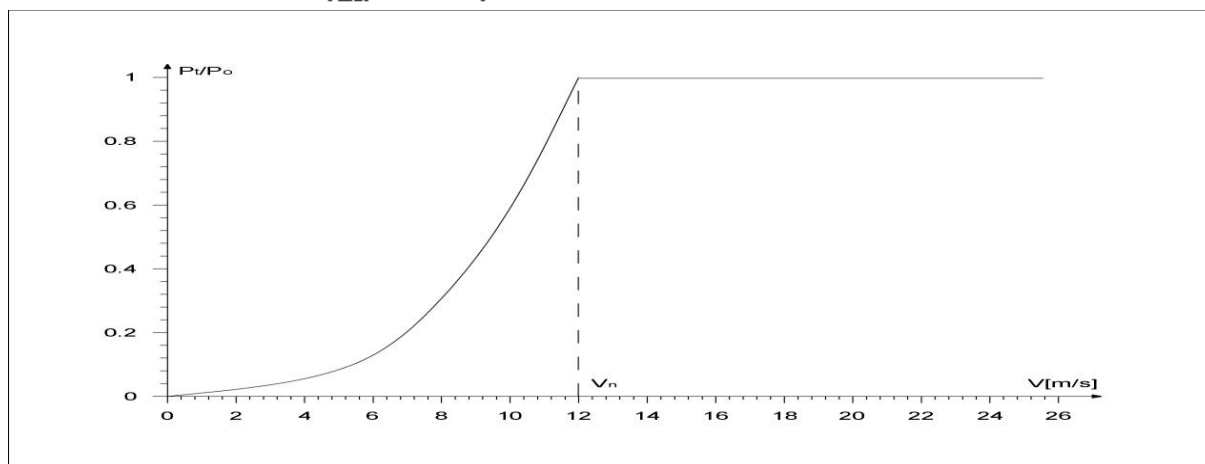
$$P_t = \frac{1}{2} P_o \left(1 + \frac{V_2}{V_1}\right) \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2\right]$$

W silnikach wiatrowych minimalna średnia wartość prędkości wiatru za silnikiem wiatrowym ( $V_2$ ), którą można uzyskać

$$V_{2 \text{ min}} = 0,75V_1$$

co daje moc maksymalną silnika wiatrowego

$$P_{z \text{ max}} = 0,38 P_o$$



Wykres wykorzystania mocy elektrowni wiatrowej w funkcji prędkości wiatru



W budowanych elektrowniach wiatrowych stosuje się zwykle silniki trójłopatowe (obrazek na następnej stronie z żółtymi łopatkami) a moc wiatru wykorzystuje się przy prędkości  $V_1$  od 4m/s do 25m/s. Przy prędkości wiatru mniejszej od 4m/s moc wiatru jest niewielka a przy prędkościach 25m/s, ze względów bezpieczeństwa, elektrownia jest zatrzymywana. Moc znamionową silnika wiatrowego dopasowuje się zwykle do prędkości wiatru około 10-12 m/s.

W zakresie prędkości obrotowej od 4 do 12 m/s silnik wiatrowy powinien pracować z mocą maksymalną, a powyżej prędkości znamionowej ze stałą mocą, równą mocy znamionowej.

Prędkość kątowna w silnika wiatrowego zależy od typu silnika i średnicy łopat a więc od mocy silnika.

W ten sposób mamy wyznaczone głównie wymiary i parametry pracy silnika wiatrowego.

Z przedstawionych zależności łatwo wyliczyć związek między średnicą łopat a mocą znamionową elektrowni dla prędkości wiatru 12m/s. Zależność tę podano w tabeli poniej.

Moc	kW	1	10	100	1000
sprawność	-	0,8	0,85	0,9	0,9
średnica łopat	m	1,8	5,5	17	54



## *Ekologiczne paliwa*

Paliwami ekologicznymi nazywamy paliwa, które nie powodują zanieczyszczenia środowiska, a ich zasoby odnawiają się w stosunkowo krótkim czasie. Czyli należą do naszych odnawialnych źródeł energii.

Produkty ich spalania są ponownie pochłaniane przez rośliny, zostają więc wykorzystane do wytworzenia kolejnych paliw. W tym zamkniętym obiegu energia słoneczna, pochłaniana przez rośliny, zostaje w procesie spalania przetworzona w energię cieplną.

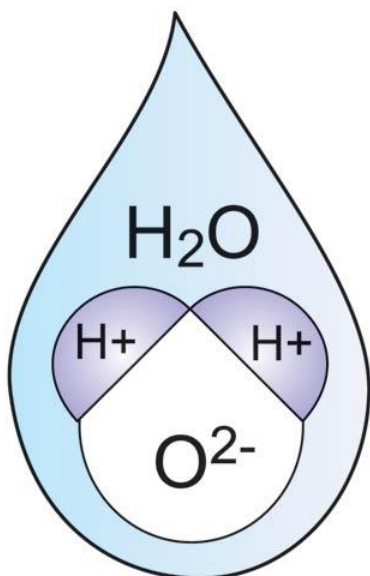
Do ekologicznych zalicza się paliwa biologiczne, czyli biopaliwa: biogaz, różne postacie drewna, słomę. Zawierają one tylko nieznaczne ilości substancji szkodliwych. W związku z tym nie stanowią one zagrożenia dla środowiska naturalnego. Zaletą biopaliw jest także zmniejszenie kosztów ogrzewania o 30-70% w stosunku do paliw tradycyjnych.



## Paliwo z H<sub>2</sub>

Dzięki wodorowi spółki naftowe odejdą do historii, a ludzie sami będą produkować energię. Nowy system energetyczny całkowicie zmieni kształt globalnej gospodarki.

Era paliw kopalnych zmierza ku końcowi, ale rodzi się nowy system energetyczny, który może radykalnie odmienić oblicze naszej cywilizacji. Wodór to najbardziej podstawowy i najpowszechniej występujący element we wszechświecie. Jest tym, z czego składają się gwiazdy i nasze słońce, a prawidłowo wykorzystywany może stać się "wiecznym paliwem". Wodór nigdy się nie wyczerpie, a przy spalaniu nie emituje trującego dwutlenku węgla. Jedynymi produktami ubocznymi, które pojawiają się w tym procesie, są ciepło i czysta woda. Nastaje świt nowej gospodarki, napędzanej wodorem, który zmieni charakter naszego rynku oraz naszych instytucji politycznych i społecznych, tak jak na początku ery uprzemysłowienia zmieniły je węgiel i maszyna parowa.



Wodór znajduje się w wodzie, paliwach kopalnych i istotach żywych. Rzadko występuje natomiast w stanie swobodnego skupienia, więc trzeba go uzyskiwać ze źródeł naturalnych. Niemal połowa światowego wodoru pochodzi z gazu

ziemnego. Jest to najtańsza metoda uzyskiwania wodoru do celów komercyjnych, ale ma ona swoje wady. W procesie konwersji gaz ziemny emituje dwutlenek węgla. Co więcej, światowa produkcja gazu ziemnego osiągnie prawdopodobnie swój szczyt pomiędzy rokiem 2020 i 2030, po czym może nastąpić drugi - w ślad za niedoborem ropy - kryzys energetyczny.

Istnieje jednak sposób na produkowanie wodoru bez wykorzystywania paliw kopalnych. Odnawialne źródła energii - wiatr, woda, źródła geotermiczne czy biomasa - mogą zostać wykorzystane do produkcji elektryczności, która potem, w procesie zwanym elektrolizą, pomaga podzielić wodę na wodór i tlen. Wodór przechowywany jest w ogniwoch paliwowych i wykorzystywany do generowania elektryczności, która następnie służy do produkcji ciepła, energii i światła. Ludzie często pytają, dlaczego elektryczność trzeba generować dwukrotnie, najpierw w procesie elektrolizy, a potem ponownie w ogniwoch paliwowych, po to by uzyskać energię, ciepło i światło. Powodem jest to, że elektryczności się nie przechowuje. Jeżeli słońce nie świeci, wiatr nie wieje, a woda nie płynie, elektryczności nie da się wygenerować i wszelka aktywność gospodarcza ulega wstrzymaniu. Wodór jest sposobem na magazynowanie odnawialnych źródeł energii, dzięki którym będzie można zapewnić nieprzerwane dostawy energii.



[www.iwantoneofthose.com](http://www.iwantoneofthose.com)

Czy wodór może stać się paliwem przyszłości? Tak, jeśli damy się przekonać, że nie jest to zabójczy gaz, a bezpieczna substancja, która może kiedyś z powodzeniem zastąpić benzynę.

Wodór budzi bardzo często skojarzenia z wybuchami i

bombą wodorową.

W roku 1937 katastrofa sterowca Hindenburg wypełnionego (ze względów ekonomiczno-politycznych) tym gazem na wiele lat pogrzyża wodór jako niebezpieczną substancję niosącą śmierć i dramaty ludzkie. Dziś wiemy, że piękny srebrzysty sterowiec, Titanic Niebios runął, bo zawiniły nasiąknięte wodą liny oraz palna (termitowa) powłoka tworząca balon. Niewiele to pomogło w ratowaniu reputacji wodoru. Tymczasem jest on mniej palny od benzyny, a i szczególnie bardziej niebezpieczny w odniesieniu do podobnych substancji też nie.

Z punktu widzenia nowoczesnej energetyki jest wysoce atrakcyjnym paliwem, gdyż jego spalanie prowadzi do powstania... wody. Tak więc jedyną "stratą" dla środowiska podczas jazdy samochodem napędzanym wodorem, byłoby wzbogacenie atmosfery o kilka kubłów czystej wody. Jest to bardzo dobra wiadomość w obliczu administracyjnych restrykcji dopuszczalnych poziomów emisji spalin do atmosfery. Nic więc dziwnego, iż niezależnie od pewnych trudności zasilane właśnie wodorem ogniwa paliwowe co rusz stają się jednostkami napędowymi pojazdów znanych marek.

Istnieje jednak kilka aspektów, które należy uwzględnić w rozważaniach na temat świetlanej przyszłości wykorzystania wodoru. Po pierwsze fakt, że w istocie nie ma wolnego wodoru. Jest on zawarty w rozmaitych związkach organicznych i nieorganicznych. Konsekwencje tego faktu są takie, iż aby mógł ów wodór ulec spaleniowi do czystej wody, musi być odpowiednio przygotowany w energochłonnych procesach reformingu, gazyfikacji, elektrolizy lub fermentacji. Procesy te w ogólnym bilansie trzeba dobrze wykalkulować, aby całość pozyskiwania energii wypadała na korzyść użytkownika i środowiska.

Pytań również nastrocza sposób magazynowania wodoru. Z pomocą przychodzi tutaj wodorki metali, które pozwalają zmagazynować ów gaz w wygodny sposób. Inną możliwością jest magazynowanie gazu w postaci sprężonej lub też skroplonej. Wodór przechowuje się w specjalnych pojemnikach, zbudowanych z materiałów, które poddawane są ciągłym ulepszeniom. Zupełnie inną kwestią jest konieczność stworzenia odpowiednio gęstej sieci dystrybucji tego gazu na podobieństwo konwencjonalnych stacji benzynowych.

Coraz więcej przemawia więc za tym, aby zgodzić się z istniejącymi przewidywaniami i kierunkiem rozwoju zakładającym ekspansję technologii wykorzystywania wodoru. Póki co nadal pozostaje nam kłopot związany z zatrutowaniem środowiska szkodliwymi gazami buchającymi ze spalania - i tak zbyt drogiej - benzyny.

## Paliwo rzepakowe

Paliwo z rzepaku produkowane jest we Włoszech, Francji, Austrii, Niemczech i w Czechach. W Polsce nikt go nie wytwarza. Jego atrakcyjność polega na tym, że źródło surowca do produkcji jest odnawialne. Rzepak można siać i zbierać co roku w dowolnych ilościach, a ziemi, którą można by było do tego celu wykorzystać, nie brakuje - choćby po byłych PGR-ach. Ropy naftowej jest natomiast coraz mniej i pewnego dnia się skończy. Problem w tym, że nie istnieją normy, jakie paliwo z rzepaku powinno spełniać, ani wyniki badań nad ekologicznymi skutkami stosowania biopaliw. Za Paliwo z rzepaku, czyli RME, nadaje się tylko do silników wysokoprężnych. Estry metylowe oleju rzepakowego, bo tak naukowo nazywa się substancja, którą chcą napędzać samochody zwolennicy biopaliw, mają wiele wspólnych właściwości z olejem napędowym. Według Światowej Karty Paliw, na którą powołuje się Polska Izba Paliw Płynnych, paliwo rzepakowe spala się o 75 proc. czystiej niż konwencjonalne paliwa. Paliwo rzepakowe nie zawiera związków rakotwórczych, zawartość siarki w nim jest niemalże zerowa, jego opary w połączeniu z powietrzem nie są wybuchowe, a rozlane nie skażą gruntu. Tyle Światowa Karta Paliw. Dodać wypada jeszcze, że wytwarzać RME może właściwie każde państwo, które ma ziemię pod uprawę i rafinerie oraz technologię uzyskiwania paliwa rzepakowego. Olej rzepakowy jest droższy od oleju napędowego. Produkcja RME jest subsydiowana przez państwo poprzez bezpośrednie dopłaty albo ulgi w akcyzie paliwowej. W ostatnich latach tona oleju rzepakowego, który stanowi tylko surowiec do produkcji RME, kosztowała co najmniej 325 dolarów. Tona oleju napędowego 15 lipca 2002 r. w Amsterdamie była do nabycia za 222,5 dolarów. Przeciwnicy biodiesla wskazują na to, że RME tworzy w silniku osady. Tam, gdzie dociera olej silnikowy, nie ma problemu, bo dodatki płuczące wyczyszczą wszystko. Gorzej z wtryskami. Producenci aut zapewniają jednak, że ich samochody są do biopaliw przystosowane. Fachowcy z firmy Kulczyk Tradex, importera Volkswagenów, zapewнили nas, że do ich pojazdów z silnikami Diesla można śmiało nalewać RME bez żadnych negatywnych konsekwencji. W 1995 r. ekologiczna organizacja europejska CONCAWE (założona w 1963 r. w Hadze, urzędująca od 1990 r. w Brukseli i zajmująca się sprawami ochrony środowiska związanymi z produkcją paliw) przygotowała raport o paliwach alternatywnych. W poszczególnych krajach stosuje się różne nazwy handlowe paliwa rzepakowego, a mianowicie:

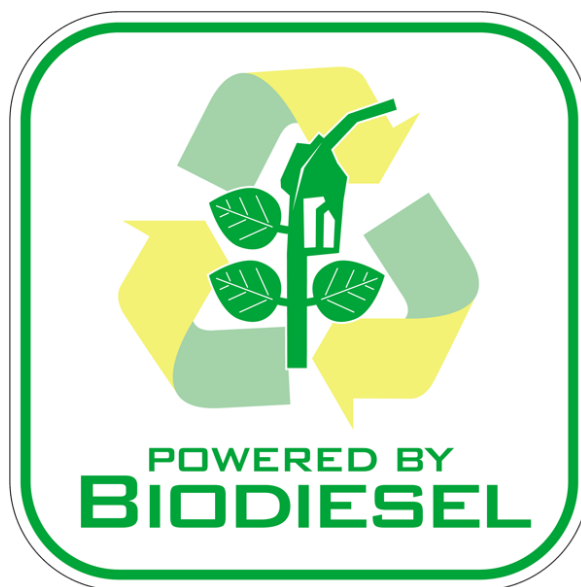
- \* Biodiesel, Raps-Diesel (Niemcy)
- \* Ekodiesel i Biodiesel (Austria)
- \* Bionafta, Ekonafta, Ekoester (Czechy i Słowacja)

### Produkcja biodiesel'a w krajach UE w 2002 r. (w tys. ton)

- Niemcy - 450
- Francja - 366
- Włochy - 210
- Austria - 20
- Dania - 10
- Wielka Brytania - 3
- Szwecja - 1

**Łącznie** - 1,065 mln ton estrów

**Źródło:** Europejska Federacja Producentów Biodiesla z Brukseli





## **FRANCJA**

Francuzi nazwali paliwo rzepakowe DIESTER (tj. diesel - ester).

Diester jest szeroko i powszechnie używany przez zakłady petrochemiczne od 1993 roku. Jego naturalne cechy pozwalają przywrócić właściwości smarne oleju napędowego zawierającego niski poziom siarki.

Stosuje się dwa stopnie inkorporacji:

- maksymalnie 5% domieszka do oleju napędowego dostępnego powszechnie na stacjach benzynowych
- 30% domieszka do oleju napędowego stosowanego w transporcie miejskim, itp.

Prawie połowa oleju napędowego sprzedawanego na francuskim rynku zawiera 2-3-4% dodatek estru. Przepisy nie wymuszają specjalnego oznakowania takiego paliwa, dlatego przeciętny Francuz nie wie o zastosowanym biokomponencie w oleju napędowym.

Produkcja diestru stosowanego jako komponent do paliw i sprzedawanego na francuskim rynku bez akcyzy jest limitowana (w 2003 r. - 317.500 ton estru, w 2004 r. - 387.500 ton estru). Poszczególne zakłady mają przydzielone określone limity ilości paliwa, które są zwolnione z TIPP (odpowiednik podatku akcyzowego od paliw) w wysokości 0,33 Euro/litr estru (do 2003 roku 0,35 Euro/l)

Produkcję paliwa Diester(R) zapewniają cztery jednostki przemysłowe:

- DICO w Grand-Couronne niedaleko Rouen (Seine Maritime)
- ROBBE w Venette niedaleko Compiègne (Oise)
- SIDOBRE SINNOVA w Boussens niedaleko Tuluzy (Haute-Garonne)
- NOVAOL w Verdun

## **NIEMCY**

Jeszcze do niedawna biodiesel był wprowadzany na rynek niemiecki tylko w postaci czystej 100% RME, co było uwarunkowane przede wszystkim ulgami w podatku akcyzowym. Zatwierdzone już propozycje rządu niemieckiego dopuszczają zwolnienie także estrów wprowadzanych w postaci komponentu do paliw.

Jeszcze w 1997 r. moce produkcyjne wynosiły ok. 100 tyś. ton, ale już w 2003 r. pozwalały na produkcję ok. 1 mln ton biodiesla rocznie.

### **Sprzedaż biodiesla w Niemczech**

Szacuje się, iż w niemieckich fabrykach wyprodukowano w 2003 r. ok. 550 tys. ton biodiesla. Obecnie ponad 1600 stacji paliw oferuje paliwo rzepakowe w cenie ok. 10% niższej niż tradycyjny olej napędowy.

## **WŁOCHY**

System włoski jest oparty na limitowaniu ilości biodiesla zwolnionych z akcyzy. W 2001 r. 125.500 ton estru podlegało całkowitej defiskalizacji.

Poszczególne fabryki mają przydzielone określone ilości możliwe do odpodatkowania. Stosuje się dwa stopnie inkorporacji 5% i 30% (podobnie jak we Francji).

Włosi częściej niż w innych krajach stosują ester do ogrzewania budynków.

## Streszczenie i tłumaczenie

Ten dział powstał specjalnie z myślą o tych czytelnikach, którzy postanowili nie spędzać miło czasu z naszą książką lecz wybrali mniej edukacyjne zajęcia.

Nasza praca przybliży zainteresowanym wady i zalety poszczególnych źródeł energii odnawialnej. Ponadto do niektórych z nich dołączone zostały wykresy, statystyki bądź też fragmenty innych tekstów ukazujące opłacalność inwestowania w owe alternatywy zasilania. Ogólne pojęcie hydroenergetyki zostały wzbogacone o wyróżnienie różnorodnych typów wykorzystywania wód do produkcji energii.

Książka ukazuje również, między innymi w jakie inwestycje jest gotowy zainicjować nasz kraj, aby usprawnić produkcję energii na terenie Polski. Będzie to miało związek zarówno z energią geotermalną, wiatrową jak i po części z paliwami, które produkowane są przez sąsiadów zagranicznych. Zawarta w pracy ciekawostka ukaże co więcej, czy z jednego miejsca na globie można zasilić wszystkie jednostki potrzebujące energii do sprawnego działania.

Ogólne scharakteryzowanie poszczególnych aspektów będzie służyć wykazaniu, jak ważne jest w obecnych czasach rozsądne korzystanie z zasobów odnawialnych bez szkód dla środowiska oraz bez potężnych nakładów finansowych.

Nie ma, co dłużej mówić. Jeśli jeszcze tego nie zrobiłeś/aś to prędko przewróć książkę o „kilka” kartek wstecz i zacznij od samego początku. Gwarantujemy, że dzięki materiałom zgromadzonym przez nas pojęcie energii odnawialnej i wszystkich rzeczy z nim związanych nie będą dla Ciebie, Drogi Czytelniku, obce!

**SPECJALNIE DLA WYTRWAŁYCH CZYTELNIKÓW JUŻ NIEDŁUGO W SPRZEDAŻY UKARZĄ SIĘ PRZEKŁADY NASZEJ KSIĄŻKI NA JĘZYK: ANGIELSKI, ROSYJSKI, NIEMIECKI ORAZ FRANCUSKI. A O TO PRZEDSMAK TEGO, CO BĘDZIECIE MOGLI WYCZYTAĆ W NASZYCH ANGIOJĘZYCZNYCH PRZEKŁADACH.**

Our work gets gathered advantages and disadvantages of each source of renewable energy straight especially for concerned ones. Moreover, there are statistics, diagrams and other text's excerpts attached which describe the cost-effectiveness of making investment in alternative supplies. General definition of hydro energy has been linked with things like distinguishing various types of using water to produce power. The book either shows how our government is going to invest in order to both intensify and improve energy's production in Poland. It has a relation to geothermal, wind energy and partly to biofuels which are produced by our neighbours. An interesting detail included will present more, namely- if we can power everything on Earth from only one place chosen. General characteristic of each aspect is to demonstrate how is it important to use renewable energy wisely without causing a danger to natural environment or enormous costs.

Pozdrawia Redakcja.

## **A na koniec przyplływ twórczości jednego z naszych redaktorów**

Po drugiej już kwadrans i oczy zmęczone,  
Wpatrzony w monitor zaniedbujesz żonę,  
O turbinach, kolektorach, właściwościach Ty prawisz  
Opłacalność inwestycji ty chłopie przedstawisz  
Warto olejem, czy może warto wodorem  
Napędzić swój pojazd, nawet gdy motorem,  
Do szkoły Ty pędzisz obserwujesz ty dymy  
I gdybasz tak sobie jak by było gdyby,



*„ Życie jest energią, nie trwaniem, a energia wyczerpuje się. ”*

Wiesław Myśliwski

*„ Poszukiwanie sposobu, aby przekształcić materię w energię przypomina strzelanie po ciemku do ptaków w okolicy, gdzie jest ich tylko kilka.”*

Albert Einstein

## Bibliografia:

- ❖ [www.kotly.krakow.pl](http://www.kotly.krakow.pl)
- ❖ [www.hotnews.pl](http://www.hotnews.pl)
- ❖ [www.gadzetomania.pl](http://www.gadzetomania.pl)
- ❖ Biopaliwa, red. P. Grudziak, 2003
- ❖ Zwierzęta i rośliny w ujściach rzek, Encyklopedia zwierząt od A do Z, 2001
- ❖ [www.mos.gov.pl/dzw/dokumenty/mala\\_retencja.shtml](http://www.mos.gov.pl/dzw/dokumenty/mala_retencja.shtml)
- ❖ [europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/htmlu/wavenv.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/wavenv.html)
- ❖ [www.energy.com.au/energy/ea.nfs/Content/Kids+Hydro](http://www.energy.com.au/energy/ea.nfs/Content/Kids+Hydro)
- ❖ [www.darvill.clara.net/altenerg/tidal.htm](http://www.darvill.clara.net/altenerg/tidal.htm)
- ❖ [www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/water.html](http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/water.html)
- ❖ [www.eere.energy.gov/RE/hydro\\_enviro.html](http://www.eere.energy.gov/RE/hydro_enviro.html)
- ❖ [library.thinkquest.org](http://library.thinkquest.org)
- ❖ [www.sundancerenewables.org.uk](http://www.sundancerenewables.org.uk)
- ❖ [culturesciencephysique.ens-lyon.fr](http://culturesciencephysique.ens-lyon.fr)
- ❖ [www.ekoenergia.pl/index.php?id\\_art=227&cms=92&plik=Elektrownia\\_wodna.html](http://www.ekoenergia.pl/index.php?id_art=227&cms=92&plik=Elektrownia_wodna.html)
- ❖ [www.postcarbon.pl](http://www.postcarbon.pl)
- ❖ [www.energetyka.wnp.pl](http://www.energetyka.wnp.pl)
- ❖ National Renewable Energy Laboratory.
- ❖ [www.biomasa.org](http://www.biomasa.org)
- ❖ [www.ekoterm.net](http://www.ekoterm.net)
- ❖ [www.energia-odnawialna.net](http://www.energia-odnawialna.net)
- ❖ [www.czystemiasto.uml.lodz.pl](http://www.czystemiasto.uml.lodz.pl)
- ❖ [www.energia.org.pl](http://www.energia.org.pl)
- ❖ [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/energetyka\\_wiatrowa.htm](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/energetyka_wiatrowa.htm)
- ❖ [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/korzysci\\_i\\_fakty.htm](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/korzysci_i_fakty.htm)
- ❖ [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/1031/przyklad/teoria.html](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/1031/przyklad/teoria.html)
- ❖ [www.dziennik.pl](http://www.dziennik.pl)
- ❖ [www.soltec.pl](http://www.soltec.pl)