

**TWOJA MAŁA
PRZYDOMOWA
ELEKTROWNIA**

1. Wstęp

Czy zastanawiałeś się kiedyś nad tym, że możesz być niezależny? Nie musisz kupować prądu od państwa. Czy to możliwe? Czy można być pod tym względem samowystarczalnym? Czy pozyskiwanie prądu na własną rękę jest trudne i czy jest w ogóle możliwe?

Co zrobilibyśmy bez prądu? W dzisiejszych czasach energia elektryczna jest nam niezbędna na każdym kroku i w każdym etapie naszego życia. Lodówki, pralki, telewizory, komputery, ogrzewanie centralne, piekarniki, mikrofalówki, telefony, wieże stereo, i elektryczne maszynki do golenia: jak wyglądałby świat bez nich? Nie łatwo sobie to wyobrazić, a przecież, by wszystkie te i wiele innych urządzeń mogło funkcjonować, potrzebna jest energia elektryczna. Weźmy pod uwagę chociażby prostą żarówkę, bez której świat cofnąłby się o ponad pół tysiąclecia wstecz! Niewyobrażalna ilość kilowatów przepływa każdego dnia przez miliony kilometrów kabli na świecie. Bez energii ludzkość nie miała by szans na dalszy rozwój i funkcjonowanie.

Jedno jest pewne: by uzyskać prąd elektryczny musi być wykonywana praca. Nie chodzi tu bynajmniej o pracę fizyczną. Oczywiście jest, że praca ta musi być wykonywana przez odpowiednie urządzenia lub grupę urządzeń. To jest właśnie elektrownia.

Od wielu lat wielkie i mniejsze elektrownie zasilają całe metropolie i pomniejsze miasta oraz wioski na całym świecie. Wyróżniamy wiele różnych rodzajów elektrowni.

Poczynając od tych, w których energia pozyskiwana jest ze spadku wody, po elektrownie jądrowe, w których energię pozyskuje się poprzez rozszczepianie pierwiastków promieniotwórczych. Ostatnimi czasy dużą popularność zdobyły elektrownie korzystające z odnawialnych źródeł energii jak np. wiatr czy energia słoneczna.

W Polsce energia z elektrowni państwowych drożeje z roku na rok. Jest to warunkowane czynnikami ekonomicznymi i polityką zagraniczną państwa. Również spadek ilości surowców powoduje nieuchronny wzrost cen. Czy możemy więc wykazać się inicjatywą, będąc alternatywnymi? Czy pozyskiwanie energii elektrycznej we własnym gospodarstwie domowym jest możliwe?

1. Energia słoneczna – przeszłość i dziś

Na podstawie wieloletnich obserwacji, zmian zachodzących w Słońcu i przypuszczalnym wyglądzie gwiazdy na początku jej istnienia naukowcy uważają, iż Słońce istnieje już 4,6 miliarda lat. Energia słoneczna była wykorzystywana przez Greków już 400 lat p.n.e. do rozniecania ognia poprzez skupianie promieni słonecznych w szklanej kuli wypełnionej wodą. Dziś, w XXI wieku energia promieniowania słonecznego jest wykorzystywana do produkcji energii cieplnej przy użyciu kolektorów słonecznych oraz do otrzymywania energii elektrycznej za pomocą ogniw fotowoltaicznych, czyli baterii słonecznych.

1.1. Słońce i uwalniana przez nie energia

Słońce to jedna z miliardów gwiazd o średniej wielkości, zbudowana ze zjonizowanego gazu, będąca źródłem wszystkich organizmów żyjących na kuli ziemskiej. W jądrze, w którym powstaje 95% energii panuje temperatura $15\text{mln}^{\circ}\text{C}$, co stwarza optymalne warunki do zachodzenia reakcji termojądrowych. W wyniku przemiany wodoru (który stanowi 74% całkowitej masy Słońca) w hel (25%) uwalniane są niesamowite ilości energii, gdyż w każdej sekundzie Słońce spala 600 mln ton wodoru przekształcając je w 596 mln ton helu. Różnica tych wartości, czyli 4 miliony ton zostaje całkowicie przekształcone w energię. Wiadomo, iż z 1g podstawowego pierwiastka budującego Słońce powstaje wraz z helem 10^{12} J energii. W rezultacie, masa Słońca maleje z zadziwiającą szybkością, ponieważ o około 4 000 000 t/s, lecz jego rozmiary są tego rzędu, że naukowcy są pewni, iż Słońce pozostanie jeszcze w obecnym stanie przez kilka miliardów lat.

Ze wzoru opracowanego przez Einsteina: $E=mc^2$ możemy obliczyć ilość energii odpowiadającej 4 milionom ton, gdzie E – energia, m – masa, c – prędkość rozchodzenia się światła w próżni.

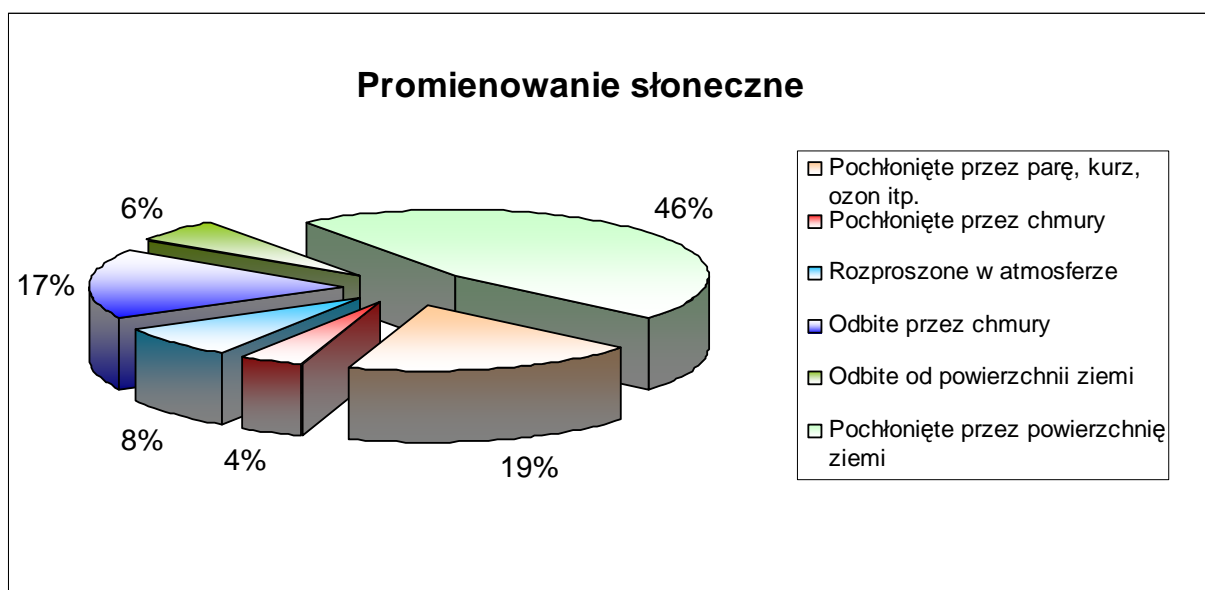
$$E=mc^2$$

$$E=4 \cdot 10^9 \cdot (3 \cdot 10^8)^2$$

$$E=4 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{16}$$

$$E=1,2 \cdot 10^{26} \text{ [J]}$$

Słońce równomiernie we wszystkich kierunkach emituje strumień energii zwany promieniowaniem słonecznym. Miarą tej wielkości jest stała słoneczna, będąca wartością gęstości strumienia energii promieniowania słonecznego na powierzchnię stratosfery (jedna z warstw gazowej powłoki naszej planety) i wynosi 1350 kW/m^2 . Wyróżnia się trzy typy promieniowania: bezpośrednie, rozproszone oraz odbite.



Wykres1. Rozkład promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi (opracowanie własne)

Z wykresu wynika, iż około połowa promieniowania dociera bezpośrednio do ziemi, zaś blisko ćwierć z niego jest pochłaniana przez składniki atmosfery, a kolejne 25% spowodowane jest przez odbicie oraz rozproszenie. Połowa promieniowania słonecznego, która dociera do ziemi to wartość rzędu $81 \cdot 10^9 \text{ MW}$, z czego moc $27 \cdot 10^9 \text{ MW}$ przypada na lądy.

1.2 Energia słoneczna w Polsce

Ilość energii, która dociera do naszego kraju znacznie przekracza zapotrzebowanie ludności Polski. Zaletą omawianej energii jest jej duża ilość jaka dociera do Ziemi, lecz w związku ze zmianami, jakie warunkowane są przez pogodę i pory roku, poziom wahań promieniowania słonecznego jest wysoki. Niestabilność natężenia promieniowania przedstawiona jest na poniższym rysunku.

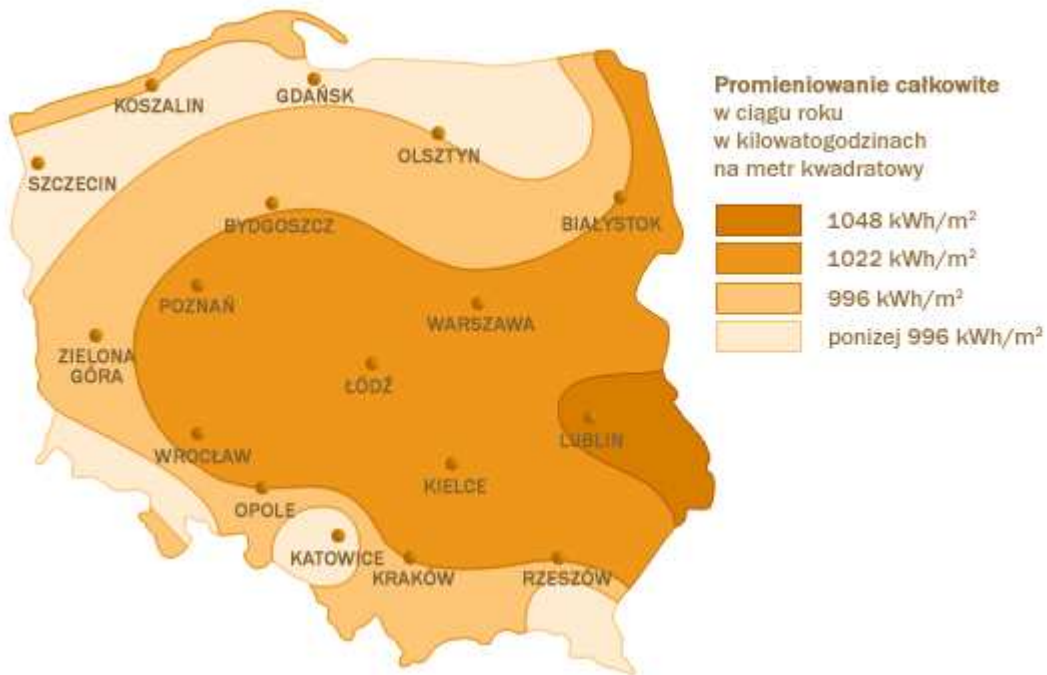


Ryc1. Wartości natężenia promieniowania w zależności od warunków pogodowych (wykorzystanie materiału ulotki firmy Wolf „Technika solarna” 2009r.)

Promieniowanie słoneczne składa się z bezpośredniego i rozproszonego (tzw. dyfuzyjnego), które nie ma określonego kierunku, gdyż dociera z całego sklepienia niebieskiego. Promieniowanie dyfuzyjne ulega osłabieniu przez atmosferę ziemską na skutek: pochłaniania przez parę wodną, ozon i dwutlenek węgla, rozpraszania i pochłaniania przez aerozole (kurz, pył, kropelki wody), a także rozpraszania na cząsteczkach gazów zawartych w powietrzu. W warunkach klimatycznych naszego kraju promieniowanie rozproszone kształtuje się na poziomie 54% w skali roku, lecz podczas miesięcy zimowych (od listopada do lutego) wynosi od 65% do 75%.

Promieniowanie słoneczne należy scharakteryzować poprzez dwie wielkości:

- uśonecznienie (tzw. ilość godzin słonecznych), określa czas aktywności Słońca w ciągu dnia, kiedy możemy praktycznie wykorzystać promieniowanie słoneczne
- natężenie promieniowania słonecznego, które informuje nas ile energii dochodzi do powierzchni ziemi. Energia podawana jest w kWh, a odnosi się do 1m^2 powierzchni w czasie 1 roku.



Ryc2. Mapa Polski przedstawiająca natężenie promieniowania słonecznego w [kWh/m²] (źródło: <http://www.builddesk.pl/>)

Z mapy wynika, iż okolice Lublina są najbardziej nasłonecznioną częścią Polski (powyżej 1048 kWh/m²), zaś natężenie promieniowania słonecznego w pasie nadmorskim, którego jesteśmy mieszkańcami mieści się w przedziale od 996 do 1022 kWh/m².

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie
Suma mies.	kWh/m²	8,8 7	25, 2	75, 4	11 1	17 8	19 4	17 1	16 0	91, 5	53, 1	23, 7	10, 8	1102,2
Śr. Suma dzienna	kWh/m²	0,2 9	0,9	2,4 3	3,7 1	5,7 3	6,4 7	5,5 1	5,1 5	3,0 5	1,7 1	0,7 9	0,3 5	3,01
Liczba godzin	h	22, 4	44	11 1	13 0	24 6	27 5	24 3	28 1	14 1	12 5	82, 7	37, 3	1738,4
Śr. Moc	W	39 6	57 2	67 9	85 6	72 1	70 6	70 3	56 9	64 7	42 6	28 6	29 1	571
Max. wart. promien.	W/m²	60 0	74 7	83 8	88 7	94 2	94 2	98 0	89 3	91 4	83 8	79 6	66 3	836,61

Tab.1. Wartość niektórych wielkości w poszczególnych miesiącach dla Kołobrzegu (pomiar z 1973r.). Dane zaczerpnięte z książki autorstwa Jana Nowickiego pt.: „Promieniowanie słoneczne jako źródło energii”, wyd. Arkady, Warszawa 1980r.

Z analizy tabeli wynika, iż ponad 80% całkowitego promieniowania słonecznego dociera do Polski w miesiącach wiosenno-letnich (od początku kwietnia do końca września), zaś 45% od czerwca do sierpnia, zatem rozkład promieniowania cechuje się dużą nierównomiernością. Maksymalną wartość promieniowania zanotowano w lipcu (980 W/m^2) i jest ona 1,5 razy większa od najniższej, która w styczniu wynosiła 600 W/m^2 . W sierpniu godzin słonecznych było 281, czyli o 12,5 razy więcej niż w styczniu, gdzie słońce świeciło tylko przez niecałe 22,5 godziny. Po przeanalizowaniu tej tabeli, możemy powiedzieć, iż pory roku i pogoda im towarzysząca mają decydujący wpływ na wielkość promieniowania słonecznego docierającego do naszego kraju.

2. Wykorzystanie energii słonecznej

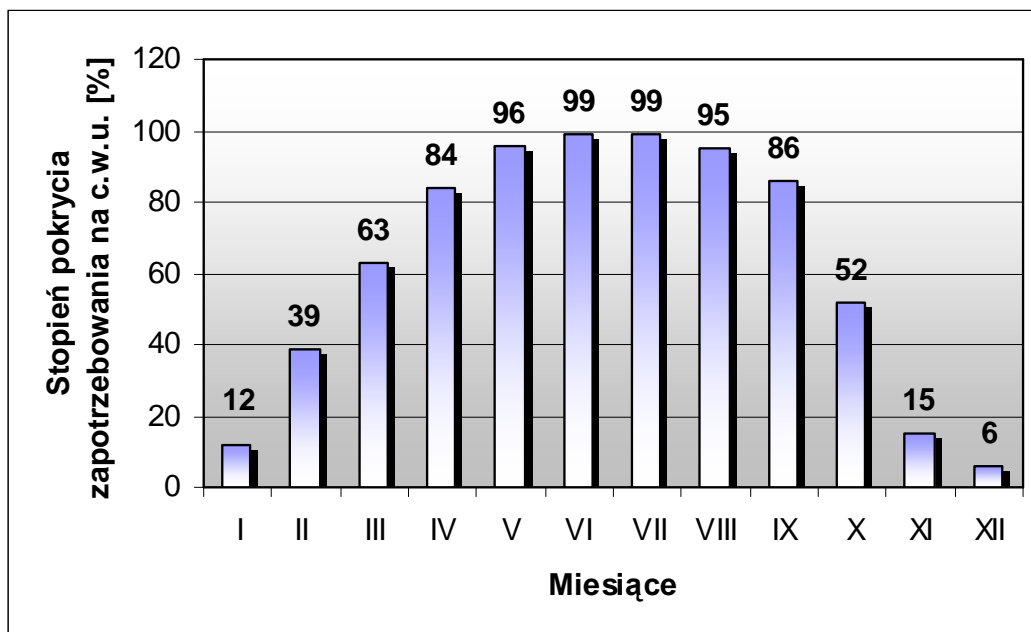
Energię Słońca możemy spożytkować, wykorzystując konwersję fotoelektryczną (czyli zamienić ją na prąd za pomocą baterii słonecznych) oraz konwersję fototermiczną (zamieniając ją na ciepło przy użyciu kolektorów słonecznych), której omówieniem się zajmiemy.

2.1. Konwersja fototermiczna

Energią słoneczną zamienioną na ciepło wykorzystuje się w sposób pasywny i aktywny. Sposób pasywny cechuje się tym, iż nie potrzebuje dodatkowej energii do transportu ciepła z miejsca jego powstania do wykorzystania. Aby ją spożytkować projektowane są specjalne budynki, które ułatwiają pozyskanie tej energii np. budynki z materiałów, które są w stanie magazynować ciepło i spełniają rolę absorberów (pochłaniaczy). Sposób aktywny wymaga energii do przenoszenia ciepła z miejsca wytworzenia do miejsca zapotrzebowania. Tę rolę spełnia pompa, która przetłacza czynnik roboczy (najczęściej woda lub powietrze) przez kolektor słoneczny, który jest urządzeniem służącym do zamiany energii słonecznej w ciepło. Znajduje on zastosowanie w: podgrzewaniu ciepłej wody użytkowej, ogrzewaniu wody w basenach, wspomaganie centralnego ogrzewania oraz w rolnictwie przy suszeniu roślin.

Energia promieniowania słonecznego ma trzy negatywne cechy: niestabilność, nieprzewidywalność oraz zmieniająca się jej ilość w ciągu roku. Te wady warunkują to, iż konieczne jest stosowanie kolektorów słonecznych z innymi źródłami energii.

Wiadomo, iż największa moc Słońca przypada na wczesne popołudnie (około godz. 14), zaś najwyższe zużycie wody występuje w godzinach wieczornych i porannych, lecz można temu w prosty sposób zapobiec: magazynować ciepłą wodę w termoizolowanych zbiornikach, będących częścią zestawu solarnego. Niespójność podaży energii z jej popytem w danej porze ogranicza wykorzystanie energii promieniowania słonecznego, gdyż tylko 20% dociera do nas w okresie jesienno-zimowym, kiedy jest ona najbardziej potrzebna. Szacunkowy stopień pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową w poszczególnych miesiącach przy zastosowaniu kolektorów słonecznych przedstawia poniższy wykres:

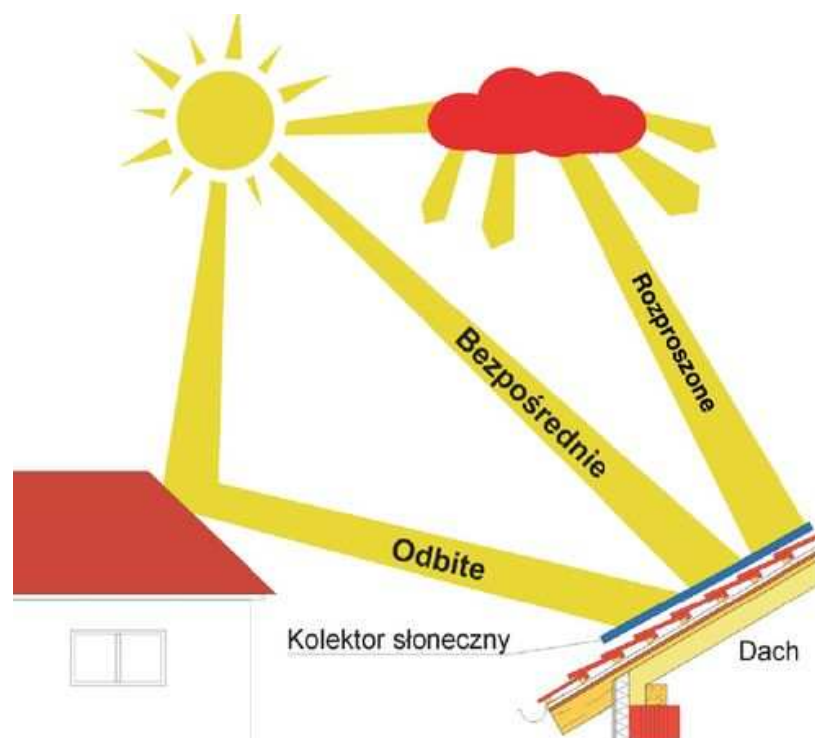


Wykres2. Szacunkowy stopień pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową w %. przy użyciu kolektorów słonecznych (opracowanie własne).

Z wykresu wynika, iż w okresie letnim podgrzewanie ciepłej wody użytkowej nie wymaga dodatkowego wkładu finansowego, zaś w czasie zimy kolektory słoneczne pokrywają koszty zapotrzebowania na c.w.u. jedynie w znikomym stopniu, co zmusza nas do zastosowania dodatkowego źródła energii, np. elektrycznego podgrzewacza wody.

3. Wszystko o kolektorach słonecznych

Zacznijmy od tego, iż zdefiniujemy pojęcie kolektora słonecznego. Zatem jest to urządzenie absorbujące (pochłaniające) promieniowanie słoneczne, które następnie przetwarzane zostaje w energię cieplną i przenoszone poprzez układ solarny do zbiornika, gdzie ogrzewana jest woda na potrzeby gospodarstwa domowego. Kolektor słoneczny nie jest samowystarczalny, gdyż korzysta z niestabilnego źródła jakim jest Słońce. Poza okresem letnim do podgrzania ciepłej wody użytkowej potrzebne jest dodatkowe źródło energii.



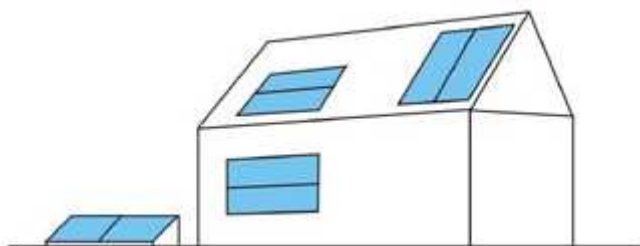
Ryc.3 Kolektory słoneczne pochłaniają promieniowanie słoneczne w postaci bezpośredniej, rozproszonej i odbitej (źródło: <http://www.budujemydom.pl/>).

Wydajność kolektorów słonecznych jest regulowana kątem pod jakim są zamontowane. W zależności od przeznaczenia (okres w jakim mają funkcjonować) obierane są optymalne kąty do montażu kolektorów.

Miesiące	Optymalny kąt
X - II	60°
IV - IX	30°
VI - VIII	<30°
I - XII	≈40°

Tab.2. Optymalne miary kątów pod jakim powinny być montowane kolektory słoneczne w zależności od okresu, w jakim pracują.

Kolektory słoneczne powinniśmy zamontować w możliwie najmniejszym odchyleniu od strony południowej, zatem azymut powinien wynosić 0°. Możliwości montażu przedstawia poniższa rycina:



Ryc.4. Możliwości montażu kolektorów słonecznych (źródło: <http://www.energiasloneczna.com/#>).

Ze względu na czynnik roboczy (substancja przenosząca ciepło) kolektory dzieli się na powietrzne oraz bardziej powszechne – cieczowe. Kolektory słoneczne, wykorzystujące nośniki ciepła w postaci cieczy (roztwór glikolu lub woda) dzielą się na:

- kolektory płaskie (rys.4)
- kolektory rurowe (rys.5)
- kolektory ze zwierciadłem skupiającym



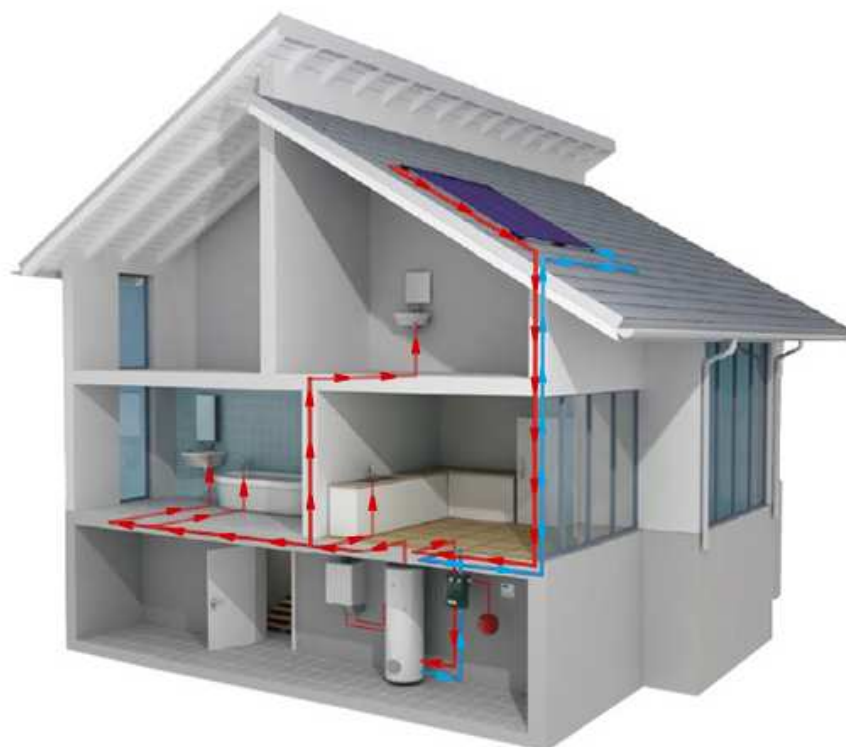
Ryc.5. Kolektor płaski (źródło: <http://www.twoje-ogrzewanie.pl>). Ryc.6. Kolektor rurowy (źródło: <http://www.mts.pl/>).

Zdecydowanie najpopularniejszym produktem wybieranym przez klientów na rynku kolektorów słonecznych jest kolektor płaski, który cieszy się dużym zainteresowaniem ze względu na dość niską cenę. W tym urządzeniu temperatura czynnika roboczego nie przekracza 100°C.

Drugim kolektorem wybieranym przez Polaków jest kolektor próżniowy (rurowy), którego cena kształtuje się nieco wyżej niż kolektora płaskiego, lecz ten typ urządzenia cechuje się wyższym poziomem absorpcji promieniowania w miesiącach zimowych. Temperatura nośnika ciepła kolektora próżniowego nie przekracza 200°C.

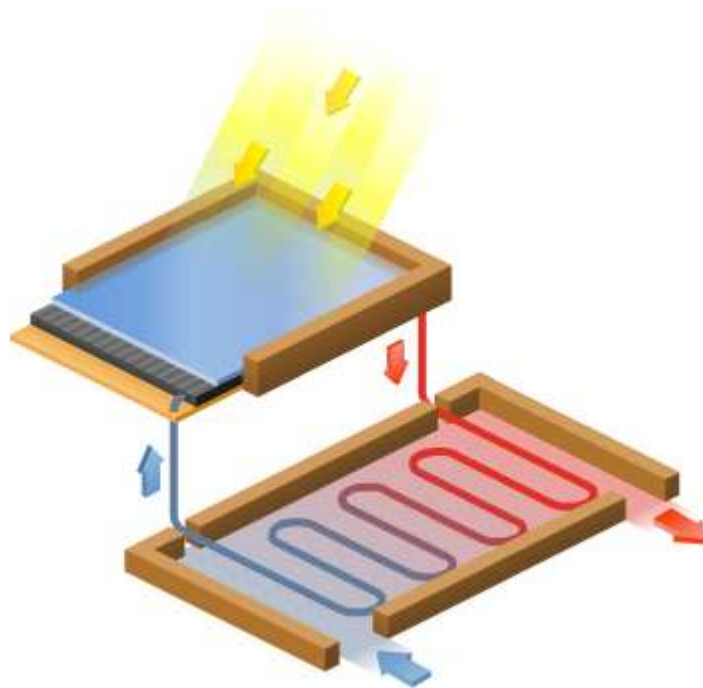
Kolektory słoneczne, tak jak każdy produkt podlegają nieustannym zmianom i metamorfozom zgodnie z modą i trendami. Stosuje się nowe rozwiązania, przede wszystkim aby zwiększyć sprawność kolektorów. Uzyskuje się to m.in. poprzez: powiększanie poziomu selektywności powłok absorberów, tzn. podwyższanie współczynnika pochłaniania oraz obniżanie współczynnika emisji (selektywnością nazywamy stosunek współczynnika pochłaniania do współczynnika emisji, zatem im wartość selektywności większa, tym kolektor lepszy oraz więcej ciepła możemy z niego uzyskać), a także stosowanie nowych szyb dostępnych na rynku, zapewniających większą przepuszczalność promieni słonecznych i mniejsze ich odbijanie. Zmienia się również konstrukcja obudowy kolektora, przez co stają się one stabilniejsze i lżejsze.

3.1 Zasada działania kolektorów



Ryc.7. Obieg wody i czynnika roboczego w instalacji solarnej (źródło: <http://solarinstal.pl/>).

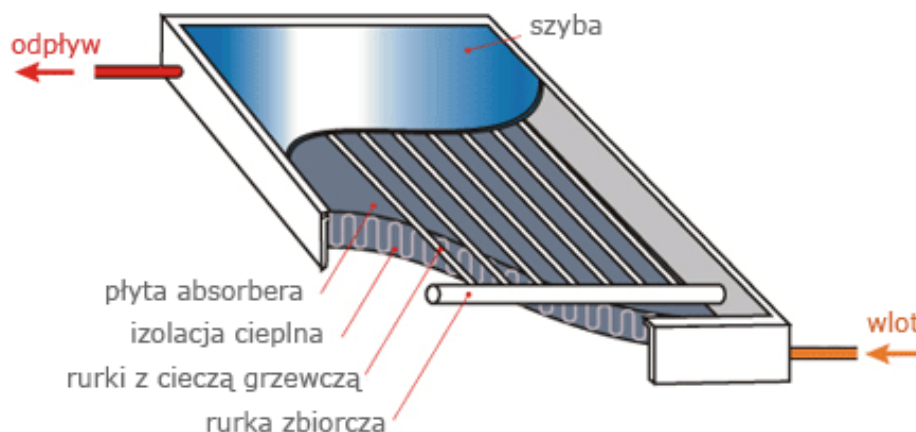
Działanie kolektora słonecznego jest proste, gdyż polega na ogrzewaniu absorbera umieszczonego w kolektorze, którego zadaniem jest pochłanianie promieni słonecznych i zamiany ich na ciepło. Kolejny etap to przekazywanie ciepła od absorbera do czynnika grzewczego (płyn niezamarzający – przeważnie roztwór glikolu) znajdującego się w miedzianych, równomiernie ułożonych rurkach. Ogrzany nośnik ciepła zostaje przekazany przez powierzchnię co najmniej jednej węzownicy (grzałki) do zasobnika z wodą na potrzeby gospodarstwa domowego, gdzie na skutek przekazania ciepła ochładza się i wypływa z powrotem na dach – do kolektora, za pomocą pompy, która wymusza przepływ czynnika roboczego w instalacji solarnej. W ten sposób czynnik grzewczy znajduje się w obiegu zamkniętym, a ogrzana woda zostaje spożytkowana na bieżące potrzeby domowników. Zasadę działania kolektora słonecznego przedstawia poniższa rycina:



Rys8. Zasada działania kolektora słonecznego (źródło: <http://www.builddesk.pl/>).

3.2 Kolektor płaski

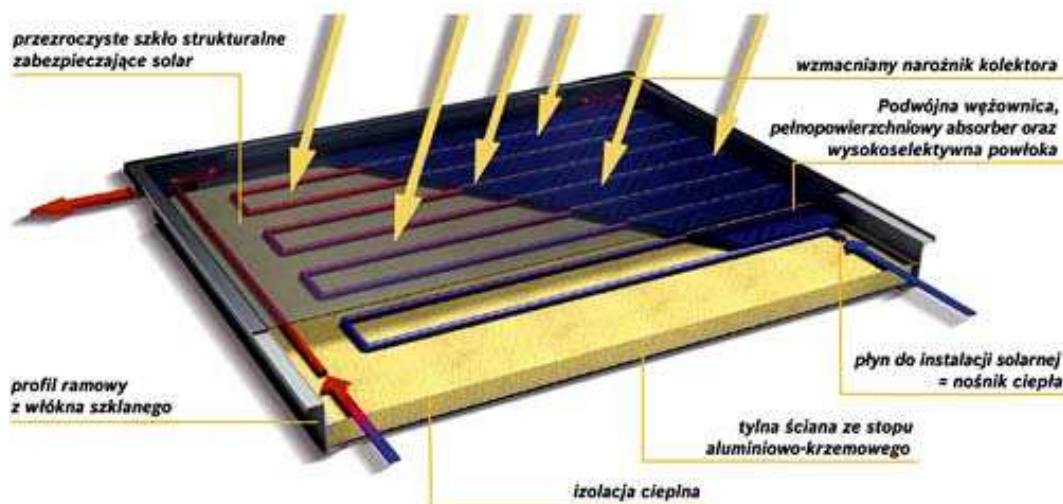
Kolektor płaski cieszy się największą popularnością wśród posiadaczy kolektorów słonecznych ze względu na niską cenę. Cechuje się także prostotą budowy. Składa się z powłoki przezroczystej, przepuszczającej promieniowanie słoneczne (najczęściej szkło hartowane o grubości 4-5 mm), absorbera metalowego z przytwierdzonym od spodu obiegiem rur miedzianych, przez które przepływa czynnik grzewczy, izolacji z wełny mineralnej lub pianki poliuretanowej, a także z ramy kolektora.



Rys.9. Budowa kolektora płaskiego wraz z widocznym orurowaniem absorbera wykorzystującym kanał zbiorczy i prostopadle ułożone do niego rurki miedziane (źródło: <http://postcarbon.pl/>).

Absorber – najistotniejszy element kolektora słonecznego (tzw. „serce kolektora”), który jest wykonany najczęściej z miedzi. Jego zadanie to pochłanianie promieniowania słonecznego, a następnie przekazywanie go do czynnika roboczego, znajdującego się w miedzianych rurkach. Płyta absorbera pokrywana jest specjalnymi powłokami o jak najwyższym współczynniku absorpcji i jak najniższej wartości emisji. Istotnym aspektem jest także to, czy powłoka przez cały okres eksploatacji będzie cechowała się taką samą sprawnością i skutecznością pochłaniania promieni słonecznych.

Orurowanie absorbera – może przybierać postać serpentyny (rys.10) lub kanału zbiorczego wraz z prostopadłymi do niej równoległe ułożonymi rurkami (rys.9). Pierwsze rozwiązanie gwarantuje 100% szczelności, zaś jego wadą są zwiększone opory przepływu czynnika roboczego i nierównomierność pracy „serca kolektora”, zaś druga opcja orurowania charakteryzuje się większą efektywnością w działaniu.



Rys.10 Budowa kolektora płaskiego i widoczne orurowanie absorbera przybierające formę serpentyny (źródło: <http://solarinstal.pl/>).

Ostona kolektora – jego zadaniem jest ograniczenie emisji ciepła do otoczenia, czyli zmniejszenie strat, a także ochrona absorbera przed działaniem warunków atmosferycznych. Ostona wykonana jest najczęściej z przezroczystego, hartowanego szkła o grubości od 4 do 5 mm.

Izolacja termiczna – ma za zadanie zmniejszenie strat ciepła. Wykonana jest najczęściej z wełny mineralnej lub szklanej albo z pianki poliuretanowej. Umieszczana zostaje po bokach i na tylnej ścianie kolektora. Ważne jest, aby materiał izolacyjny był odporny na długotrwałe działanie nagrzanego absorbera.

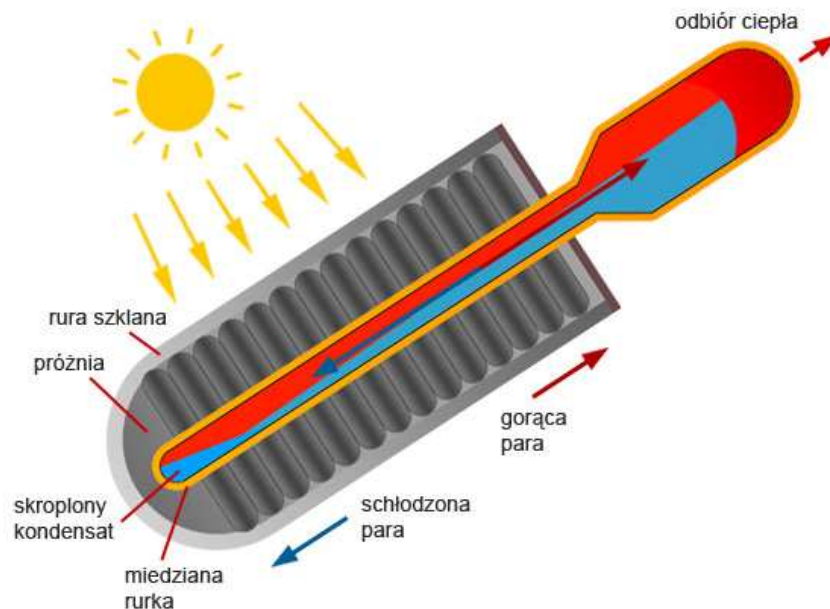
Obudowa – stanowi stelaż kolektora i chroni go przed stratami ciepła i dostępem wilgoci. Powinna zapewniać stabilność, a także charakteryzować się niewielką wagą.

3.3 Kolektor próżniowy (rurowy)

To co wyróżnia kolektor rurowy (ryc.5.) to mianowicie jest występująca w nim próżnia, stanowiąca rodzaj izolacji termicznej, pomiędzy absorberem a szklaną powłoką. Zapewnia ona zmniejszenie strat, a co za tym idzie większą efektywność pracy kolektora słonecznego. Ten typ kolektorów występuje najczęściej w postaci rur, a nie jak w przypadku kolektorów płaskich, które przybierają formę „skrzynki”.

Wyróżnia się dwa podstawowe typy kolektorów rurowych:

- kolektor z pośrednim przepływem czynnika roboczego, czyli tzw. „gorąca rurka” (heat – pipe)

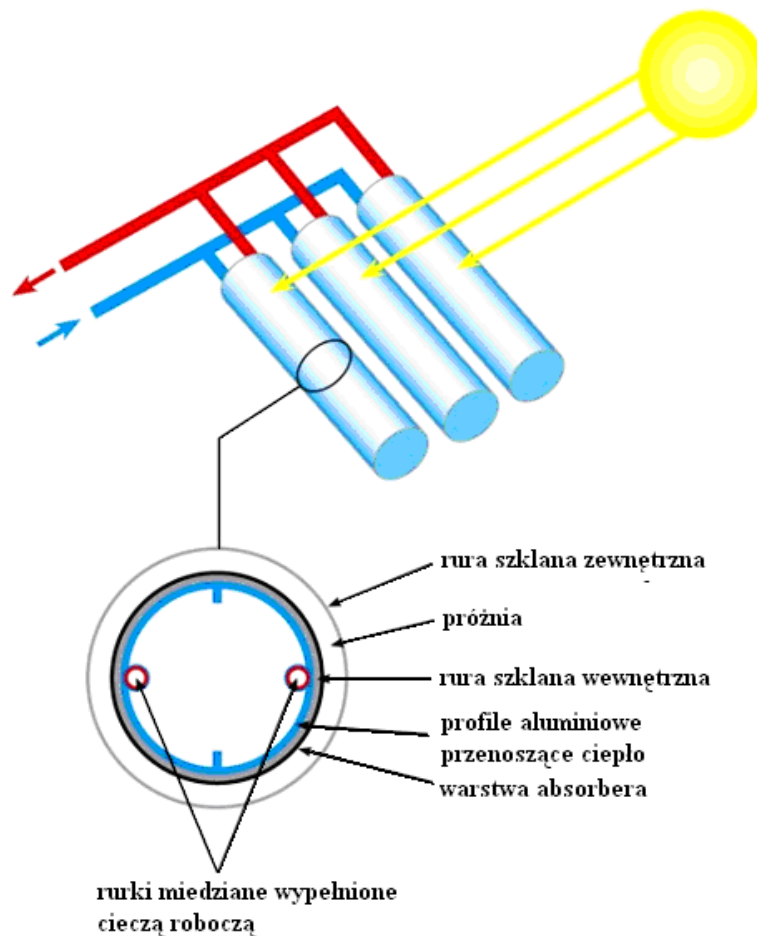


Ryc.11. Zasada działania i budowa kolektora heat – pipe (źródło: www.viedermann.pl/)

Ten typ kolektora składa się z rur miedzianych umieszczonych w środkach rur szklanych. Pomiędzy nimi znajduje się próżnia uzyskana poprzez wypompowanie powietrza z przestrzeni między rurkowej. W rurce miedzianej znajduje się ciecz o niskiej temperaturze wrzenia. Absorber naniesiony jest na zewnętrzną ściankę miedzianej rurki. Niskowrząca ciecz paruje w dolnej części rurki ogrzewając się poprzez działanie absorbera. Następnie pary unoszą się do kondensatora (zbiornika na górze rurki miedzianej). Tam skraplają się i przekazują ciepło kanałowi zbiorczemu, przez który płynie ciecz grzewcza oddająca ciepło do podgrzewacza ciepłej wody użytkowej. Końcowym etapem obiegu jest spływanie skroplonej, niskowrzącej cieczy w dół rurki miedzianej i ponowne jej parowanie.

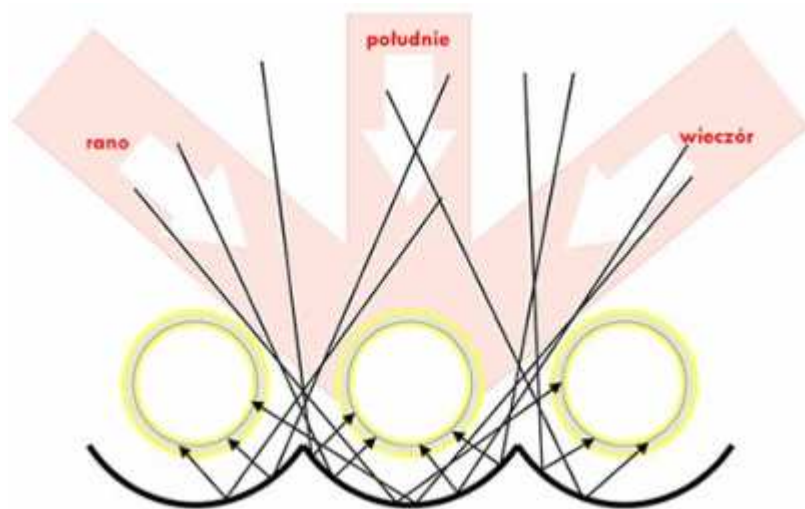
- kolektor z bezpośrednim przepływem cieczy grzewczej.
Składa się z dwóch współosiowo zamontowanych rur szklanych, pomiędzy którymi znajduje się próżnia.. Czynnik roboczy, podobnie jak w kolektorach płaskich bezpośrednio ogrzewany jest przez absorber, z tą różnicą, że zastosowana została próżnia zmniejszająca straty ciepła. Do rurki miedzianej

wpływa zimny czynnik roboczy, a wracając ogrzewa się poprzez działanie absorbera i trafia do kanału zbiorczego.



Ryc.12. Budowa i zasada działania próżniowego kolektora słonecznego. (źródło: <http://www.biomasa.org/>)

Istnieje także możliwość pokrycia tylnej ścianki kolektora słonecznego zwierciadłem parabolicznym. Odpowiednia geometria kolektora zwiększa wykorzystanie promieniowania słonecznego. Kolektory posiadające owe zwierciadła nazywane są kolektorami CPC (Compound Parabolic Concentrator). Ideę działania kolektora z lustrem parabolicznym przedstawia poniższa rycina:



Ryc.13. Kolektor ze zwierciadłem CPC (źródło: www.energia-oczyszczanie.com.pl/).

Odmiennosc pomiędzy kolektorem płaskim a próżniowym polega na różnicy temperatury do jakiej w stanie będą ogrzać czynnik roboczy.

4. Ekonomia kolektorów słonecznych

W tym rozdziale przedstawimy szacunkowy koszt zestawu solarnego przeznaczonego dla gospodarstwa 5 osobowego oraz możliwy okres, po jakim nasza inwestycja będzie w stanie się zwrócić, w odniesieniu do tego, że podgrzewalibyśmy wodę tylko grzałką elektryczną.

Założenia:

- Zobowiązujemy się kupić zestaw solarny z kolektorami typu Hevelius SCM-30 firmy Biawar, którego koszt wynosi $K_k=8600\text{zł}$ (kolektor został wyceniony przez hurtownię sprzętu grzewczego i sanitarnego „DOMGAZ” mieszczącą się przy ul. Plac Dąbrowskiego 3, 76-200 Słupsk). Przeznaczony on będzie do pracy przez cały rok.
- Powierzchnia czynna absorbera wynosi $S=3,84\text{m}^2$
- Do kosztów inwestycji należy doliczyć pieniądze potrzebne na zakup materiałów instalacyjnych ($K_m=1200\text{zł}$) oraz tzw. „robociznę” ($K_r=1800\text{zł}$).

- Współczynnik absorpcji na zewnętrznej rurze $W_a = 92\%$
- Współczynnik emisji $W_e = 8\%$
- Pompa obiegowa o mocy $P_p = 40\text{W}$ ($0,04\text{kW}$), która pobiera $0,04\text{kW}$ w ciągu godziny pracy. Roczny czas pracy pompy $t_p = 1500\text{h}$
- Roczny koszt eksploatacji (przeгляд, wymiana płynu) wynosi $K_e = 100\text{zł}$
- Dzielne zapotrzebowanie na wodę na jedną osobę wynosi $Z = 60\text{l}$
- Temperatura wody na wejściu $T_1 = 10^\circ\text{C}$ (283K)
- Temperatura wody na wyjściu $T_2 = 45^\circ\text{C}$ (318K)
- Roczne napromieniowanie wynosi $N_R = 1000\text{ kWh/m}^2$
- Ciepło właściwe wody wynosi $C_w = 0,0012\text{ kWh/kg}\cdot\text{K}$
- Koszt $1\text{kWh} = 0,4\text{zł}$

Obliczenia:

Dzielne zapotrzebowanie na wodę dla opisanego gospodarstwa domowego:

$$D_z = \text{liczba osób} \cdot Z = 5 \cdot 60 = 300\text{ l}$$

Koszt inwestycji:

$$K_i = K_k + K_m + K_r = 8600 + 1200 + 1800 = 11600\text{ zł}$$

Roczny koszt pracy pompy obiegowej:

$$K_p = P_p \cdot t_p \cdot \text{cena } 1\text{kWh} = 0,04 \cdot 1500 \cdot 0,4 = 24\text{ zł}$$

Sprawność kolektora jako różnica współczynników absorpcji i emisji:

$$\eta = 92 - 8 = 84\%$$

Energia wytworzona przez kolektory w ciągu roku:

$$E_r = N_R \cdot S \cdot \eta = 1000 \cdot 3,84 \cdot 0,84 = 3225,6\text{ kWh}$$

Koszt uzyskania 1 kWh , uwzględniając koszty pracy pompy i koszty eksploatacyjne:

$$K_{\text{kWh}} = (K_p + K_e) / E_r = (24 + 100) / 3225,6 \approx 0,038\text{ zł/kWh}$$

Koszt energii wytworzonej przez kolektory słoneczne w ciągu roku:

$$K_s = E_r \cdot K_{\text{kWh}} = 3225,6 \cdot 0,038 = 122,57\text{ zł}$$

Ilość energii potrzebnej do ogrzania 300l wody z $T_1 = 10^\circ\text{C}$ do $T_2 = 45^\circ\text{C}$ przez cały rok $n=365$, biorąc pod uwagę $C_w = 0,0012 \text{ kWh/kg}\cdot\text{K}$.

$$E_w = D_z \cdot C_w \cdot (T_2 - T_1) \cdot n = 300 \cdot 0,0012 \cdot (318 - 283) \cdot 365 = 4599 \text{ kWh}$$

Roczny koszt ogrzania wody tylko za pomocą grzałki elektrycznej:

$$K_o = E_w \cdot \text{cena 1kWh} = 4599 \cdot 0,4 = 1839,6 \text{ zł}$$

Koszt energii dostarczonej przez grzałkę do wspomaganie podgrzewania wody:

$$K_g = (4599 - 3225,6) \cdot \text{cena 1kWh} = 1373,4 \cdot 0,4 = 549,36 \text{ zł}$$

Koszt całkowity potrzebny do podgrzania 300l wody z wykorzystaniem kolektorów i grzałki elektrycznej w czasie roku:

$$K_c = K_s + K_g = 122,57 + 549,36 = 671,93 \text{ zł}$$

Roczne oszczędności wynikające ze stosowania kolektorów słonecznych w odniesieniu do podgrzewania wody grzałką elektryczną:

$$O_R = K_o - K_c = 1839,6 - 671,93 = 1167,67 \text{ zł}$$

Dla opisanej instalacji stopień pokrycia zapotrzebowania na c.w.u. wynosi:

$$P_z = (E_w / E_r) \cdot 100\% = (3225,6/4599) \cdot 100\% \approx 70,1 \%$$

Czas zwrotu inwestycji obliczamy poprzez stosunek kosztów inwestycji i rocznych oszczędności wynikających ze stosowania kolektorów słonecznych:

$$t_z = K_i / O_R = 11600 / 1167,57 \approx 10 \text{ lat}$$

1. Energia wiatrowa- przeszłość i dziś

Energia wiatrowa była najwcześniej, obok spalania drewna, eksploatowaną przez człowieka energią odnawialną. Jak wynika z zachowanych dokumentów (Kodeks Hammurabiego z 1750 r. p.n.e.), najstarsze urządzenia wiatrowe budowane były już ponad 4 000 lat temu. Energia wiatru wykorzystywana była wówczas m.in. przez wiatraki i żaglowce. Przetwarzana przez wiatraki energia wiatru służyła np. do pompowania wody i nawadniania pól, bądź do mielenia zboża i przecierania ryżu. Przędowali w tym wówczas Hindusi i Persowie. W Europie najstarsze wzmianki o wiatrakach sięgają IX w. w Anglii i XI w. we Francji (na ziemiach Polskich w XIII w.). Współcześnie stosowane turbiny wiatrowe przekształcają ją na energię mechaniczną, która dalej zamieniana jest na elektryczną.

1.1. Energia uwalniana przez wiatr

Wiatr to poziomy lub prawie poziomy ruch powietrza względem powierzchni ziemi. Wiatry są wywołane przez różnicę temperatur oraz różnice w ukształtowaniu powierzchni. Termin wiatr jest używany w meteorologii prawie wyłącznie na określenie horyzontalnej składowej wiatru. Istnieje jednak składowa pionowa wiatru i wtedy jest tak nazywana. Wiatr może wiać z obszarów wyższego ciśnienia do obszarów niższego ciśnienia, ale w średnich szerokościach geograficznych, ze względu na siłę Coriolisa, wiatr wieje zazwyczaj równoległe do linii takiego samego ciśnienia (wiatr geostroficzny).

Strumień energii poruszającego się powietrza określa wzór:

$$E = 0,5 * r * v^3 * F$$

gdzie:

r – gęstość powietrza, kg/m³,

v – prędkość powietrza, m/s,

F – powierzchnia zakreślona skrzydłami wirnika, m².

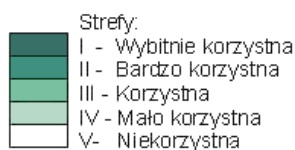
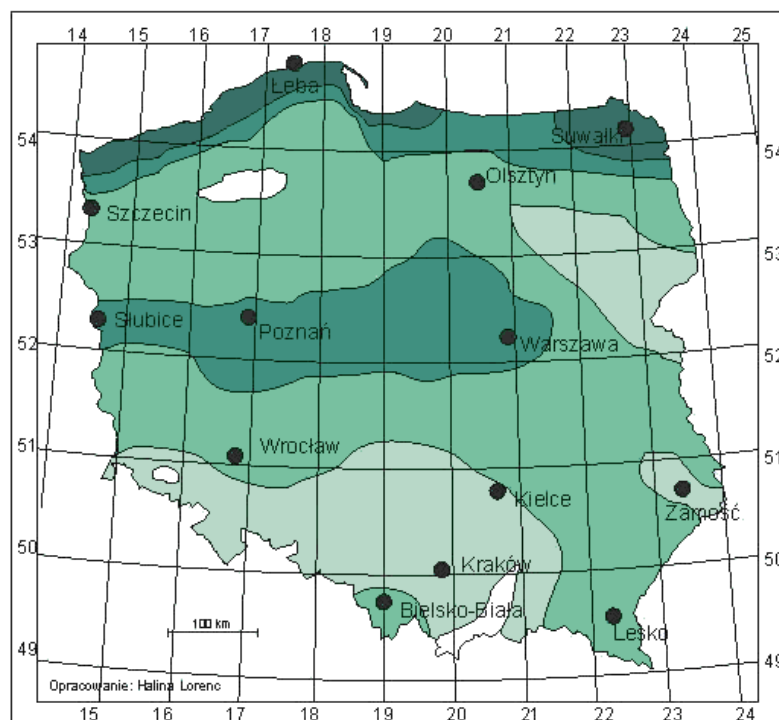
1.2. Energia wiatrowa w Polsce

Polska posiada jedno z największych w Europie zasoby energii ze źródeł odnawialnych (źr. *Największe, wg S. Gomuy, J. Zimnego, T. Fiszera, „Kierunki rozwoju energetyki wiatrowej w świecie, Europie i Polsce w latach 1993-2004”, AGH, Kraków 2005. roczny bilans energetyczny zasobów energii ze źródeł odnawialnych autorzy oceniają jako przeszło 150-krotnie przekraczający roczne zapotrzebowanie na energię w Polsce.*) Jednym z tych zasobów jest energia wiatrowa, której potencjał energetyczny oceniany jest na 150 PJ/rok. Tereny najbardziej nadające się na instalacje elektrowni wiatrowych w Polsce występują na północy oraz na północnym-wschodzie, w okolicy Suwak. Jednak terenów sprzyjających energetyce wiatrowej jest znacznie więcej i obejmują one ponad 1/2 powierzchni kraju, a także całą polską wyłączoną strefę ekonomiczną Morza Bałtyckiego

Możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce są bardzo obiecujące, na co wskazują uzyskane wyniki badań prowadzonych w IMGW, na podstawie wieloletnich obserwacji kierunków i prędkości wiatru prowadzonych na profesjonalnej sieci meteorologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. W Polsce średnia roczna prędkość wiatrów waha się od 2,8 do 3,5 m/s. Prędkości powyżej 4 m/s (wartość minimalna do efektywnej pracy) występują na wysokości 25 i więcej metrów na 2/3 powierzchni naszego kraju. Z kolei prędkości powyżej 5 m/s występują na niewielkim obszarze, na wysokości 50 metrów i powyżej.

Zasoby energii wiatru przedstawia mapa autorstwa prof. Haliny Lorenc z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Strefy energetyczne wiatru w Polsce Mezoskala



Ośrodek
Meteorologii



Aktualizacja mapy na podstawie okresu obserwacyjnego 1971-2000

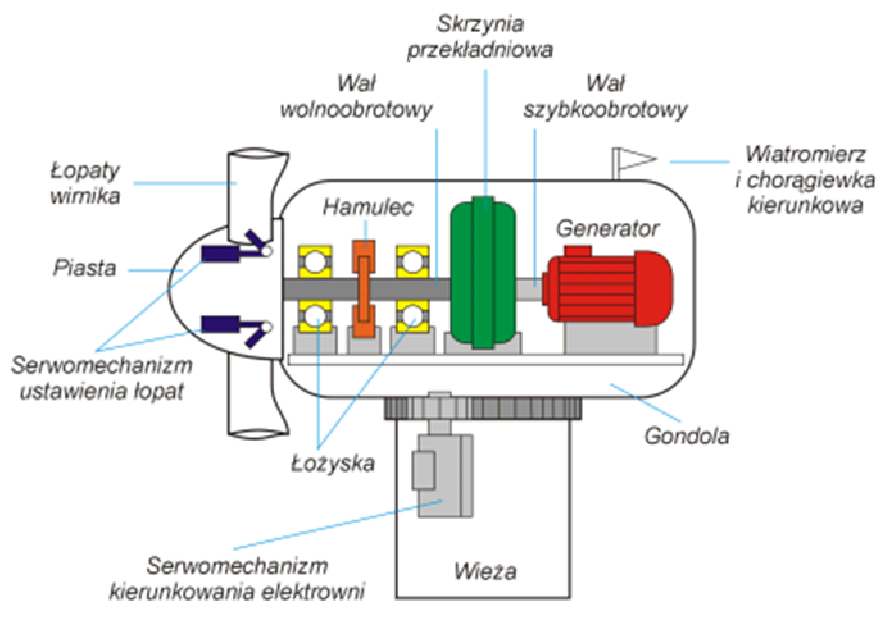
2. Wykorzystanie energii wiatru

Energię wiatru możemy spożytkować, wykorzystując zamianę energii kinetycznej wiatru na energię elektryczną. Elektrownia wiatrowa wytwarza energię elektryczną z energii wiatru za pomocą silnika wiatrowego sprzężonego z generatorem elektrycznym. Energia elektryczna uzyskana z wiatru jest ekologicznie czysta, gdyż jej wytworzenie nie pociąga za sobą spalania żadnego paliwa.

3. Turbina wiatrowa i zasady działania

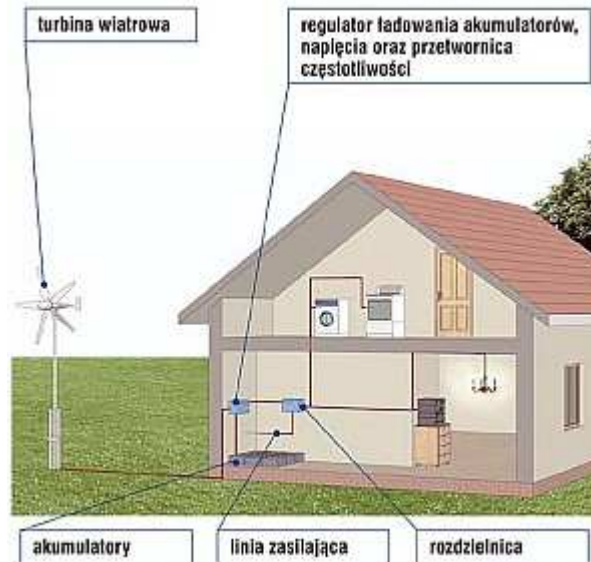
Urządzeniem, które jest niezbędne podczas budowy każdej elektrowni wiatrowej jest **turbina wiatrowa, czyli urządzenie odpowiedzialne za przekształcanie energii kinetycznej wiatru w energię mechaniczną**, która w konsekwencji przekształca się na energię elektryczną.

Przede wszystkim należy zacząć od tego, jak każda turbina jest zbudowana. Niezbędne **elementy turbiny to** (od dołu): fundament, wyjście do sieci elektroenergetycznej, wieża, wejściowa drabinka, serwomechanizm kierowania elektrowni, gondola, generator, wiatromierz, hamulec postojowy, skrzynia przekładniowa, łopata wirnika, siłownik mechanizmu przestawiania łopat i piasta. Teraz, znając poszczególne elementy budowy turbiny, można przejść do jej działania. **Najważniejszy jest wirnik**, który składa się z łopat i piasty. Zadaniem wirnika jest przechwycenie energii kinetycznej wiatru i przekazanie jej do generatora, którego głównym zadaniem jest z kolei przekształcenie owej energii w energię elektryczną. (Oczywiście nieco inaczej może to wyglądać przy zastosowaniu innego typu turbin.)



Ryc.2 Uproszczona budowa turbiny wiatrowej

Działanie elektrowni wiatrowej jest nieco bardziej skomplikowane, niż kolektorów. Mianowicie- turbina napędzana przez wiatr wytwarza energię elektryczną, która przekazywana jest do regulatorów ładowania akumulatorów, napięcia i przetwornicy częstotliwości. Energia do zasilania urządzeń pobierana jest z rozdzielnic, która decyduje o tym z którego źródła czerpać energię: z akumulatorów, czy wytworzonej bezpośrednio przez generator.



Ryc. 3 Zasada działania przydomowej elektrowni wiatrowej

Gdybyśmy chcieli odzyskać całą energię, jaką niesie wiatr, powietrze nie mogłoby opuścić wirnika. Nie uzyskalibyśmy wtedy jednak żadnej energii, gdyż powietrze nie mogłoby również wpaść w obszar wirnika. Okazuje się, że najbardziej efektywna jest turbina, która spowalnia wiatr do $\frac{2}{3}$ jego początkowej prędkości.

4. Rodzaje turbin wiatrowych

Istnieją **trzy podstawowe rodzaje elektrowni wiatrowych:**

1. Turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu.
2. Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu.
3. Turbina wiatrowa o osi poziomej wyposażona w dyfuzor .

4.1. Turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu

Są to najbardziej popularne rodzaje turbin. Posiadają one klasyczne łopaty, których w danej turbinie może występować różna ilość, najpopularniejsze są jednak turbiny trójłopatowe. Wirniki zamontowane w tego typu turbinach mogą znajdować się po stronie nawietrznej, jak i zawietrznej. Obydwa rozwiązania są stosowane w zależności od potrzeb. Pierwsze rozwiązanie stosuje się przy większych konstrukcjach, gdzie zastosowano układ elektronicznego naprowadzania na kierunek wiatru lub ster aerodynamiczny, wtedy wirnik pracuje przy równomiernym obciążeniu. Drugie rozwiązanie raczej stosuje się przy małych siłowniach, gdzie nie ma systemu naprowadzania na kierunek wiatru (elektronicznego czy też aerodynamicznego), jego wadą jest powstawanie pola silnych turbulencji tuż za wieżą co powoduje niekorzystne zjawiska wpływające na łopatki wirnika.



Ryc.4 Przykładowa turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu (źródło: <http://www.thecuttingedgenews.com>)

Ważnym czynnikiem silników wiatrowych jest wyróżnik szybkobieżności czyli stosunek prędkości obwodowej elementu obracającego się silnika do prędkości wiatru. W zależności od wyróżnika szybkobieżności silniki wiatrowe można podzielić na:

- wolnobieżne,
- średnobieżne,
- szybkobieżne.

Silniki wolnobieżne charakteryzują się dużym momentem obrotowym przy niskich obrotach przy rozruchu, natomiast szybkobieżne mają w całym zakresie obrotów niższy moment obrotowy w stosunku do wolnobieżnych, ale za to osiągają dużo wyższe obroty.

Najczęściej spotykanym modelem turbiny profesjonalnej jest turbina o trzech aerodynamicznych łopatach wykonanych z włókien szklanych lub węglowych, wieży o wysokości 20 - 70 m wykonanej ze stali. W wielu zaawansowanych projektach turbin wiatrowych stosuje się system zmiany kąta natarcia wiatru na powierzchnię łopaty. Realizuje się to poprzez obrót każdej łopaty wokół własnej osi. Kąt natarcia reguluje się tak aby był on najkorzystniejszy w danym przedziale prędkości. Zabezpieczeniem siłowni przez zniszczeniem (nadmierną prędkością obrotową) są hamulce. Automatyczne zatrzymanie siłowni wiatrowej następuje przy prędkości wiatru od 25 - 30 m/s oraz przy prędkości wiatru poniżej 4 m/s. Stosuje się dwa rodzaje hamulców: mechaniczne - najczęściej tarczowe oraz hamulce aerodynamiczne tzn. zmiana kąta ustawienia

4.2. Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu.

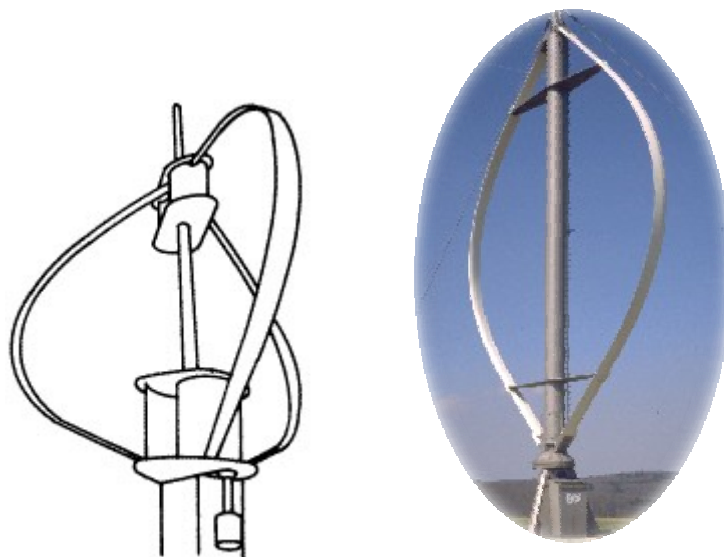
W 1931 roku Darrieus zbudował wirnik, który posiadał zerowy moment startowy, dlatego też niezbędne było jego początkowe napędzenie. W odróżnieniu od typowych turbin wiatrowych oś obrotu tej turbiny jest pionowa, co oznacza, że nie jest to zwykły wiatrak (śmigło) zamontowany na wysokim maszcie. Urządzenie to jest bardziej skomplikowane, zasada działania jest znacznie mniej intuicyjna a zakres zastosowania (prędkości, przy których dobrze działa) niestety mniejszy. Gdy wirnik turbiny Darrieusa się obraca, wypadkowa prędkość opływu łopaty napływa na łopatę pod dodatnim kątem natarcia. Łopata wyposażona jest w profil aerodynamiczny o takim kształcie, by taki kąt natarcia powodował powstanie siły "nośnej". Siła ta porusza wirnikiem.

Niestety, turbina wiatrowa Darrieusa zazwyczaj nie może uruchomić się sama. Gdy wirnik się nie obraca, nie ma wypadkowej prędkości zatem nie ma siły nośnej. Jedynie w szczególnych, rzadkich przypadkach, może nastąpić samoczynne rozpędzenie się turbiny.

Wirnik wiruje z prędkością większą niż prędkość wiatru i w zasadzie od niej niezależną. Turbina wiatrowa Darrieusa jest poważnie narażona na uszkodzenia mechaniczne z powodu bardzo dużych sił odśrodkowych działających na łopaty.

Turbiny tego typu są znacznie bezpieczniejsze dla ptaków i nietoperzy, bo poruszają się z prędkością zbliżoną do prędkości wiatru. Odmienna sytuacja ma miejsce w przypadku zwykłych turbin śmigłowych, których końcówki poruszają się z olbrzymimi prędkościami.

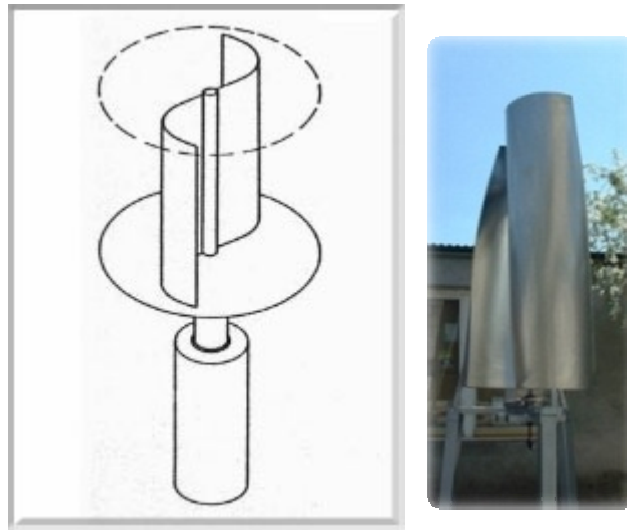
Ponieważ turbiny Darrieusa wyposażone są w łożyska umieszczone na dole wieży, jest do nich znacznie łatwiejszy dostęp niż w przypadku zwykłych turbin wiatrowych.



Ryc.5 Uproszczona budowa i przykładowa turbina Darrieusa (www.reuk.co.uk)

Kolejnym typem wirnika siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu jest wirnik Savoniusa. Wirnik tego typu został opisany przez S.J.Savoniusa ok. 1920 roku. Wirnik ten nie może konkurować jeśli chodzi o sprawność z typowymi wiatrakami o poziomej osi obrotu lub z wirnikiem Darriusa lecz przewagą jego jest prostota konstrukcji. Istotą działania jest wykorzystanie przede wszystkim siły parcia wiatru, lecz także (choć w niewielkim stopniu) siły nośnej. Ze względu

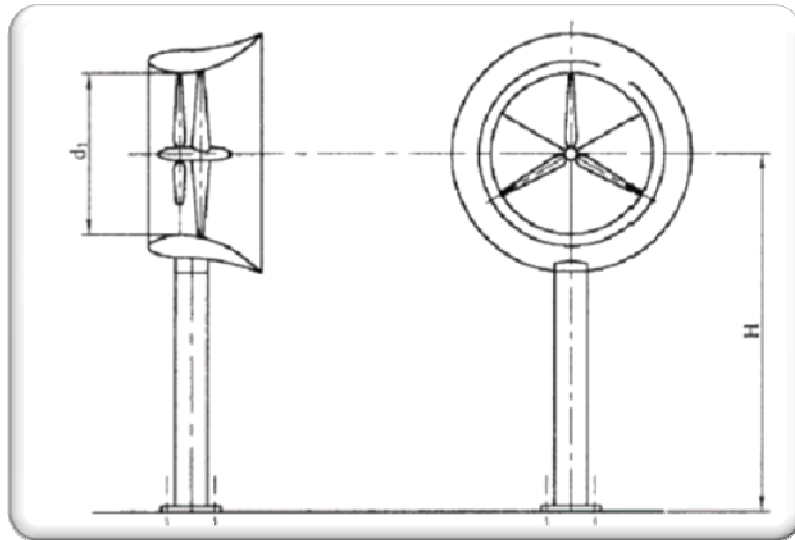
na stosunkowo duży moment startowy wirniki tego typu zwykle wykorzystywane są do napędzania pomp wodnych.



Ryc.6 Uproszczona budowa i przykładowa turbina Savoniusa (www.reuk.co.uk)

4.3. Turbina wiatrowa o osi poziomej wyposażona w dyfuzor

Jest to tradycyjna turbina, jednakże znajdująca się w tunelu(dyfuzorze). Dyfuzor to odcinek rury o zmiennej średnicy, wywołujący przy wewnętrznym przepływie powietrza zmiany podciśnienia. Szczelina w dyfuzorze, znajdująca się za wirnikiem, dodatkowo wywołuje przyrost prędkości powietrza przepływającego przez wirnik, co podnosi sprawność siłowni. Takie konstrukcje mają wydajność znacznie większą niż turbina tych samych rozmiarów, ale bez dyfuzora.



Rys.7 Budowa turbiny wiatrowej wyposażonej w dyfuzor

5. Ekonomia budowy turbiny wiatrowej

Zobowiązujemy się do kupienia zestawu: generatora wiatrowego(2 kW) wraz z pełnym wyposażeniem (przewody, ogon, lotki), kompletu śmigieł, kontrolera pracy elektrowni i ładowania akumulatorów, przetwornicy 2000W umożliwiającą podłączenie dowolnych urządzeń elektrycznych i zestawu 10 nowych dedykowanych akumulatorów. Koszt całego zestawu razem z montażem wynosi 18 000 zł (źródło: allegro.pl- AirGenerator)

Przyjmuje się, że elektrownia w czasie roku jest w stanie wytworzyć średnio 20-25% mocy jaką posiada generator.

$$25\% * 2kW * (365 * 24h) = 4380kWh$$

Przy kosztach 1kWh=0,4zł w ciągu roku oszczędzamy 1752 zł

$$18000 \div 1752 \approx 10,27$$

Wynika z tego że inwestycja taka zwraca się po ok. 10 latach od rozpoczęcia pracy turbiny.

Przy założeniach, że taka elektrownia ma działać przez 15 lat inwestycja ta jest w miarę opłacalna i warto zainteresować się pozyskiwaniem energii z wiatru.

1. Energetyka wodna- działanie

Energetyka wodna (hydroenergetyka) zajmuje się pozyskiwaniem energii wód i jej przetwarzaniem na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu silników wodnych (turbin wodnych) i hydrogeneratorów w siłowniach wodnych (np. w młynach) oraz elektrowniach wodnych, a także innych urządzeń (w elektrowniach maretermicznych i maremotorycznych).

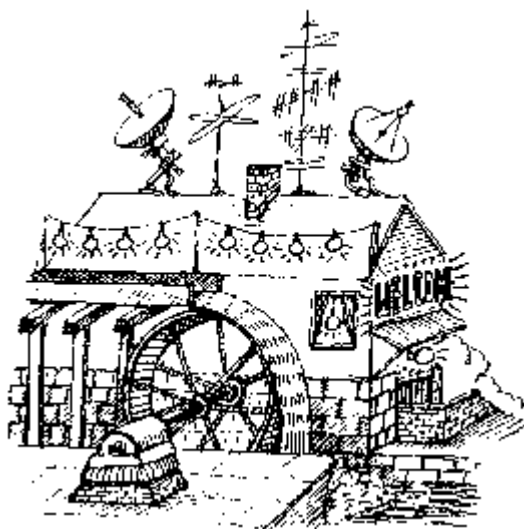
Energetyka wodna opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu energii wód śródlądowych (rzadziej mórz w elektrowniach pływowych) o dużym natężeniu przepływu i dużym spadzie mierzonym różnicą poziomów wody górnej i dolnej z uwzględnieniem strat przepływu. Wykorzystanie w elektrowniach energii wód śródlądowych oraz pływów wód morskich polega na zredukowaniu w granicach pewnego obszaru (odcinek strumienia, rzeki, część zatoki) naturalnych strat energii wody i uzyskaniu jej spiętrzenia względem poziomu odpływu. Poza energetycznym, elektrownie wodne zbiornikowe mogą spełniać jednocześnie inne zadania, jak zabezpieczenie przeciwpowodziowe, regulacja przepływu ze względu na żeglugę.

Duże znaczenie mają elektrownie wodne szczytowo-pompowe, pozwalające na użycie wody jako magazynu energii. Rozwój hydroenergetyki jest uzależniony od zasobów energii wód, tzw. zasobów hydroenergetycznych. Dla Polski dominujące znaczenie hydroenerg. mają dolna Wisła oraz Dunajec. W 1990 produkcja energii elektr. z energii wód w Polsce wyniosła 3,3 TW h, a na świecie ok. 2162 TW h.

1.1 Małe Elektrownie Wodne

Ostatnio coraz większą uwagę poświęca się energ. wykorzystaniu niewielkich cieków wodnych przez budowę tzw. małych elektrowni wodnych; w pierwszej kolejności dotyczy to tych cieków, na których istnieją już urządzenia piętrzące wykorzystywane do innych celów. Za rozwojem hydroenergetyki przemawia fakt, że koszt energii elektr. produkowanej w elektrowni wodnej jest niższy niż energii elektr. produkowanej w elektrowni cieplnej.

W ostatnich latach z różnych powodów wzrosło zainteresowanie Małymi Elektrowniami Wodnymi.



Zalety Małych Elektrowni Wodnych:

- nie zanieczyszczają środowiska i mogą być instalowane w licznych miejscach na małych ciekach wodnych
- mogą być zaprojektowane i wybudowane w ciągu 1-2 lat, wyposażenie jest dostępne powszechnie, a technologia dobrze opanowana
- prostota techniczna powoduje wysoką niezawodność i długą żywotność
- wymagają nielicznego personelu i mogą być sterowane zdalnie
- rozproszenia w terenie skraca odległości przesyłu energii i zmniejsza związane z tym koszty

1.2 Małe Elektrownie Wodne- klasyfikacja

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

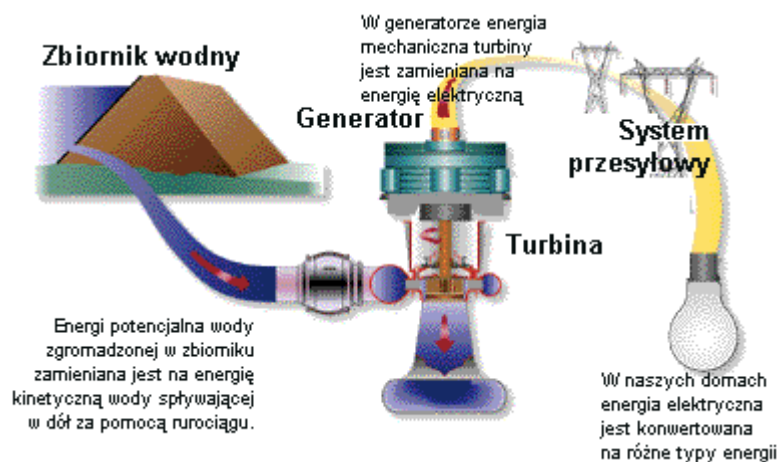
Występujące różnice w podziale zależą od stopnia rozwoju poszczególnych krajów.

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

Małe Elektrownie Wodne mogą wykorzystywać potencjał niewielkich rzek, rolniczych zbiorników retencyjnych, systemów nawadniających, wodociągowych, kanalizacyjnych, kanałów przerzutowych. Konstrukcja urządzeń hydrotechnicznych w MEW jest zawsze nieskomplikowana. Również budynki małych elektrowni mają niewielkie gabaryty.

Obecne tendencje są aby nie ograniczać wyposażenia elektrycznego, które stanowi tylko 3-10% całkowitych kosztów inwestycyjnych, a wręcz tak je rozbudowywać, aby obiekt mógł być całkowicie zautomatyzowany.



2. Zasada działania Małych Elektrowni Wodnych

Na początku woda w ujęciu zostaje pozbawiona wszystkich zbędnych rzeczy z nią płynących, jak np. patyki, liście, papiery. W specjalnym zbiorniku umieszczonym pod ziemią woda musi się usiąć. Tam cały piach i mniejsze śmieci, które nie zostały usunięte przy ujęciu opadają na dno. Zbiornik automatycznie oczyszcza się co pewien czas z nagromadzonego materiału rzecznoego. Drugie zadanie tego zbiornika to magazynowanie wody. Pozwala on na pracę elektrowni bez dostarczania wody przez strumień przez czas od jednej do kilku godzin w zależności od mocy zainstalowanej i wielkości zbiornika.

Dalej woda spływa kanałem. Jest on również zakopany pod ziemią i zazwyczaj ciągnie się wzdłuż rzeki lub strumienia, choć nie zawsze. Po kilkunastu lub kilkudziesięciu metrach woda dostaje się do budynku elektrowni. Turbiny wraz z generatorami zwykle są pod powierzchnią ziemi. Woda uderzając w łopatki turbin napędza ją, ta z kolei napędza generator wytwarzający energię elektryczną. Po tym procesie woda jest doprowadzona do ujścia i trafia do strumienia, z którego została pobrana.

Często zdarza się, że MEW mają na swoim wyposażeniu dwa generatory różnej mocy. Udogodnienie to stosuje się w celu lepszego wykorzystania energii zawartej w wodzie. Gdy spływająca woda ma małą masę załączany jest hydrozespół o mniejszej mocy, gdyż ten drugi miałby o wiele mniejszą sprawność.

Mankamenty MEW

Trudności techniczne związane z realizacją małej energetyki wodnej są spowodowane zazwyczaj:

- złym stanem technicznym obiektów hydrotechnicznych, zwłaszcza zamulaniem, zarośnięciem zbiorników i kanałów dopływowych lub odpływowych, uszkodzeniem zapór, urządzeń piętrzących i upustowych, dewastacją budynków lub ich całkowitą ruiną, podmyciem budynku, a także znacznym zużyciem lub brakiem wyposażenia mechanicznego i elektrycznego
- brakiem możliwości nabycia na krajowym rynku odpowiedniego wyposażenia, zwłaszcza takich podstawowych elementów turbozespołu, jak: turbin (praktycznie jedynie dostępnym typem turbin jest turbina Banki, inne możliwości to remont starych turbin, już nie eksploatowanych), układów

regulacyjnych i niektórych typów prądnic
- brakiem wyspecjalizowanych przedsiębiorstw przystosowanych do wykonywania robót hydrotechnicznych i mechaniczno-montażowych w małych elektrowniach wodnych.

Bibliografia:

- <http://pl.wikipedia.org/>
- <http://www.iwiedza.net/>
- <http://www.xenergy.pl/>
- <http://www.powiat.zgorzelec.pl/>
- <http://www.apra.pl/agroenergetyka>
- <http://www.ewsa.com.pl>
- <http://www.uwm.edu.pl>
- <http://energiazwiatru.w.interia.pl/energia.htm>
- <http://www.sonergo.com.pl/>
- Ulotka firmy Wolf: „Potęga tkwi w naturze” 2009r.
- Katalog firmy Biawar: „Systemy solarne Biawar”
- Brian J.Brinkworth „Energia słoneczna w służbie człowieka”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1979r.
- Z. Jarzębski „Energia słoneczna. Konwersja fotowoltaiczna”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990r.
- Jerzy Kucowski „Energetyka a ochrona środowiska”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1987r.
- Jan Nowicki „Promieniowanie słoneczne jako źródło energii”, wyd. Arkady, Warszawa 1980r.
- Krystian Kurowski „Kolektory słoneczne – ciepło prawie za bezcen” – wydanie II, Łódź 2009r.
- Energia słoneczna – „Świat wiedzy”
- dr in. Tadeusz Leszczyński *ROZWÓJ ENERGETYKI WIATROWEJ W UNII EUROPEJSKIEJ*

SPIS TREŚCI:

2.....	Wstęp
3.....	Energia słoneczna – przeszłość i dziś
3.....	Słońce i uwalniana przez nie energia
5.....	Energetyka słoneczna w Polsce
7.....	Wykorzystanie energii słonecznej
8.....	Konwersja fototermiczna
9.....	Wszystko o kolektorach słonecznych
13.....	Zasada działania kolektorów
14.....	Kolektor płaski
16.....	Kolektor próżniowy (rurowy)
19.....	Ekonomia kolektorów słonecznych
22.....	Energia wiatrowa – przeszłość i dziś
23.....	Energia wiatrowa w Polsce
24.....	Wykorzystanie Energii wiatru
25.....	Turbina wiatrowa i zasady działania
26.....	Rodzaje turbin wiatrowych
27.....	Turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu
28.....	Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu
30.....	Turbina wiatrowa wyposażona w dyfuzor
31.....	Ekonomia budowy turbiny wiatrowej
33.....	Energetyka wodna – działanie
34.....	Małe Elektrownie Wodne
35.....	Małe Elektrownie Wodne – klasyfikacja
36.....	Zasada działania Małych Elektrowni Wodnych
38.....	BIBLIOGRAFIA