

# **ENERGETYKA SŁONECZNA – WYMAGANIA PRAWNE A INNOWACJE**

*Malinowski Dominik, Helbik Paulina*

## **1. Wstęp**

W XXI wieku trudno, a wręcz jest to niemal niemożliwy obraz, żeby wyobrazić sobie życie bez codziennego, praktycznie ciągłego dostępu do energii elektrycznej. Jest ona obecna wszędzie - w baterii telefonu komórkowego, w domu podczas gotowania obiadu w kuchence elektrycznej, w lampach ulicznych w czasie wieczornego spaceru. Człowiek średnio w ciągu roku zużywa blisko 5 tys. kWh [1] energii, co dla samej Polski stanowi roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną na poziomie blisko 162 tys. GWh [2]. Produkcja tak ogromnej ilości energii elektrycznej wiąże się z wykorzystaniem surowców naturalnych, jak i odnawialnych źródeł energii. Wciąż w największym stopniu do produkcji aż 63% energii, wykorzystuje się paliwa typu węgiel, ropa naftowa czy pierwiastki promieniotwórcze np. wzbogacony uran. Niestety prognozuje się, że złoża tych dóbr wystarczą jedynie na około 200 lat w skali globalnej. Skończoność tych źródeł to nie jedyne negatywne zjawisko, towarzyszące produkcji energii elektrycznej. Konwencjonalna produkcja energii stwarza ogromne niebezpieczeństwo dla środowiska naturalnego oraz zdrowia i życia człowieka, poprzez przedostawanie się szkodliwych substancji do atmosfery. Towarzyszy temu ogólny wzrost temperatur na świecie, oraz o wiele częstsze występowanie chorób spowodowanych podwyższoną zawartością CO<sub>2</sub> w powietrzu. Pogłębianie się negatywnych skutków zanieczyszczenia środowiska powoduje, że od wielu lat na świecie czyni się starania, by do produkcji energii elektrycznej wykorzystywać, w coraz większym stopniu, Odnawialne Źródła Energii.

Definicji pojęcia Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) nie da się jednoznacznie przedstawić, gdyż nie jest ona definiowana żadnym dokumentem prawnym. OZE są to źródła, których zasób odnawia się, w krótkim czasie, a ich wykorzystywanie nie wiąże się z ich długotrwałym brakiem. Oznacza to energię pochodzącą z naturalnych, powtarzających się procesów przyrodniczych, pozyskiwaną z niekopalnych źródeł. Grupa Robocza ds. Odnawialnych nośników energii, powołana przez IEA (The Renewable Energy Working Party – REWP) przyjęła następującą szeroką definicję: *„odnawialna energia jest tą ilością energii jaką pozyskuje się w naturalnych procesach przyrodniczych stale odnawialnych. Występując w różnej postaci, jest generowana bezpośrednio lub pośrednio przez energię słoneczną lub z ciepła pochodzącego z jądra Ziemi. Zakres tej definicji obejmuje energię generowaną przez promieniowanie słoneczne, wiatr, z biomasy, geotermalną cieków wodnych i zasobów [3].*

Obecnie najchętniej oraz najczęściej wykorzystywanym naturalnym, odnawialnym źródłem do produkcji energii elektrycznej jest wiatr oraz słońce. Mimo dość popularnemu i skutecznemu wykorzystaniu elektrowni wodnych i wiatrowych najszybciej rozwijającą się gałęzią przemysłu energetycznego jest

produkcja energii z promieniowania słonecznego. Słońce, to jedna z miliardów gwiazd we wszechświecie. Dla Ziemi, jako planety ma ona ogromne znaczenie. W ciągu roku jądro Słońca generuje promieniowanie elektromagnetyczne o mocy ponad 85 petawatów. Szacuje się, iż około 30% jest rozproszone i odbijane od atmosfery ziemskiej, a 45% jest zamieniane na ciepło, służące do ogrzania Ziemi. W ciągu godziny przez atmosferę dociera większa ilość promieniowania, niż ludzkość jest w stanie zużyć przez cały rok. Jest to zatem niekończące się i najbardziej obfite źródło, pozwalające wytworzyć zarówno energię cieplną jak i elektryczną. Słońce jest w stanie wyprodukować energię wynoszącą 173 tys. TWh. Bezpośrednio pojawia się zatem na ziemi od 1325 do 1420 W/m<sup>2</sup> energii słonecznej. Średnią wartość tej energii nazywamy stałą słoneczną i wynosi ona 1366 W/m<sup>2</sup> w Polsce. Dane te są na bieżąco weryfikowane, ponieważ wartość natężenia słonecznego zmienia się co 11 lat i jest zależna od aktywności słońca [4].

Tak duża ilość energii słonecznej dostarczanej do Ziemi powoduje, że rośnie zainteresowanie jej wykorzystaniem. W 2015 roku łączna moc zainstalowanych ogniw fotowoltaicznych na całym świecie wyniosła ponad 230 GW (wzrost o 50GW w stosunku do roku 2014). Produkcja przy wykorzystaniu słońca rozwija się w tempie wzrostu o 40% w stosunku do lat ubiegłych. Również malejące koszty jej pozyskiwania, przekonały analityków i specjalistów z branży energetycznej, że będzie ona odgrywać największą rolę w globalnym wyścigu po alternatywne źródła energii [5]. W Polsce w 2014 roku wytworzono około 18 TWh energii elektrycznej przy wykorzystaniu Odnawialnych Źródeł Energii [6].

## **2. Energia słoneczna na świecie i w Polsce**

Ciężko jest jednoznacznie określić jaka jest realna wartość emitowanej energii, ponieważ nie jest to stała wielkość, a rozbieżności wynikają m.in. z takich czynników jak pora roku i kąt nachylenia płaszczyzny Ziemi do promieni słonecznych. Kąt padania promieni słonecznych wpływa bowiem na nierównomierne nagrzewanie ziemi.

Zagłębiając się w tematykę energetyki słonecznej warto scharakteryzować podstawowe wielkości opisującymi zasoby energii słonecznej, jak:

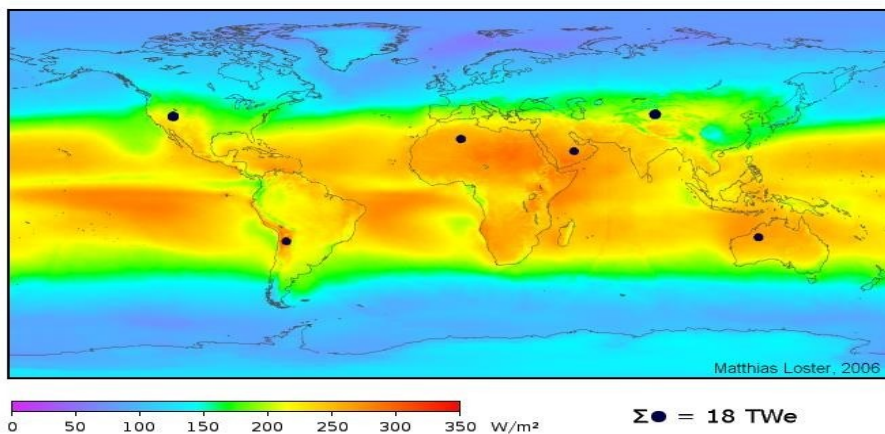
- natężenie promieniowania słonecznego - to chwilowa wartość gęstości mocy promieniowania słonecznego padającego w ciągu jednej sekundy na powierzchnię jednego metra kwadratowego, która jest prostopadła do kierunku promieniowania. Wartość ta podawana jest zazwyczaj w W/m<sup>2</sup> lub kW/m<sup>2</sup>. Do granicy atmosfery ziemi dociera ze słońca w sposób ciągły strumień energii o mocy 1366 W/m<sup>2</sup>. Jest to tak zwana stała słoneczna, która w rzeczywistości nie jest do końca wielkością stałą. Natężenie promieniowania słonecznego docierające do powierzchni ziemi na różnych szerokościach geograficznych ulega ciągłym zmianom zazwyczaj w przedziale 100 – 800 W/m<sup>2</sup> w ciągu dnia. Najwyższe wartości notowane są w słoneczne bezchmurne dni i mogą osiągać nawet 1000 W/m<sup>2</sup>;

- nasłonecznienie - to suma natężenia promieniowania słonecznego w danym czasie (godzina, doba, miesiąc, rok) i na danej powierzchni (zazwyczaj  $m^2$ ). Nasłonecznienie najczęściej wyrażane jest w  $Wh/m^2$ ,  $kWh/m^2$ ,  $MJ/m^2$ ,  $GJ/m^2$  na dzień, miesiąc lub rok;
- usłonecznienie jest definiowane, jako liczba godzin słonecznych, czyli czas podany w godzinach, podczas którego na powierzchnię Ziemi padają bezpośrednio promienie słoneczne. Generalnie jest to parametr, opisujący głównie warunki pogodowe. W energetyce słonecznej wykorzystuje się go do szacowania warunków pracy instalacji np. do wyliczania godzin pracy pompy cyrkulacyjnej w instalacji kolektorów słonecznych. Warunki klimatyczne, które między innymi opisuje usłonecznienie determinują zarówno możliwości wykorzystania energii słonecznej, jak również limitują opłacalny okres eksploatacji instalacji słonecznych. W Polsce średnia wieloletnia wartość usłonecznienia, jest największa dla Kołobrzegu i wynosi 1624 h/rok, odpowiednio dla Warszawy jest to 1579 h/rok, zaś dla Zakopanego 1467 h/rok [7].

Z danych literaturowych obrazujących cykl roczny i dobowy nasłonecznienia kuli ziemskiej wynika, iż najbardziej nasłoneczniony jest obszar równikowy, gdzie właśnie usłonecznienie wynosi 3000 godzin a nasłonecznienie  $2200 kWh/m^2$  (Rys.1.). O wiele gorsze warunki występują na obszarach okołobiegunowych. Mapa przedstawiona na Rys.1 zabarwiona jest na kilka odcieni, które obrazują średnie miejscowe nasłonecznienie przez 24 godziny na dobę w latach 1991-1993, uwzględniając zachmurzenia według pomiarów satelitarnych. Miejsca zaznaczone czarnymi kropkami na tym rysunku wskazują tereny, do których docierają promienie słoneczne, mogące w przyszłości zasilać energią słoneczną cały świat. Jeśli konwersja ogniw słonecznych w tych miejscach, wyniosłaby tylko 8% to i tak będzie produkować średnio 18TW mocy elektrycznej i jest to więcej niż łączna moc dostępna dla całej kuli ziemskiej ze wszystkich obecnych źródeł energii (węgiel, ropa naftowa, gaz, energia jądrowa i wodna). Oznacza to, że cała współcześnie zużywana energia, w tym ciepło oraz energia elektryczna mogłaby zostać wytworzona w postaci prądu przez ulokowane tam ogniwa słoneczne. Badania te zostały przeprowadzone kilkakrotnie, a obszary zostały zlokalizowane w tym samym miejscu za każdym razem.

Jeśli w przyszłości Total Primary Energy Supply - całkowita podaż energii pierwotnej (TPES) miała zostać wygenerowana w całości przez słońce, to pewna część powierzchni Ziemi będzie potrzebna do ich przechwytywania. Wielkość w tej tzw. „strefie przechwytywania” w dużej mierze zależy od efektywności technologii konwersji. Naukowo wyznaczono sześć miejsc na Ziemi, z których każde jest dostatecznie duże, aby wytworzyć średnią moc 3 TW. Zazwyczaj są to pustynie i obszary na powierzchni Ziemi, które mają mnóstwo światła słonecznego oraz małą populację. Lokalizacje (głównie tereny pustynne), ich

rozmiary, średnia intensywność światła słonecznego, wymienione zostały w poniższej tabeli 1.



Rys.1. Badane w latach 1991 – 1993 nasłonecznienia kuli ziemskiej z uwzględnieniem wpływu atmosfery ziemskiej.

(źródło: [http://www.ez2c.de/ml/solar\\_land\\_area/](http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/) - dane z dnia 22.03.2006r.)

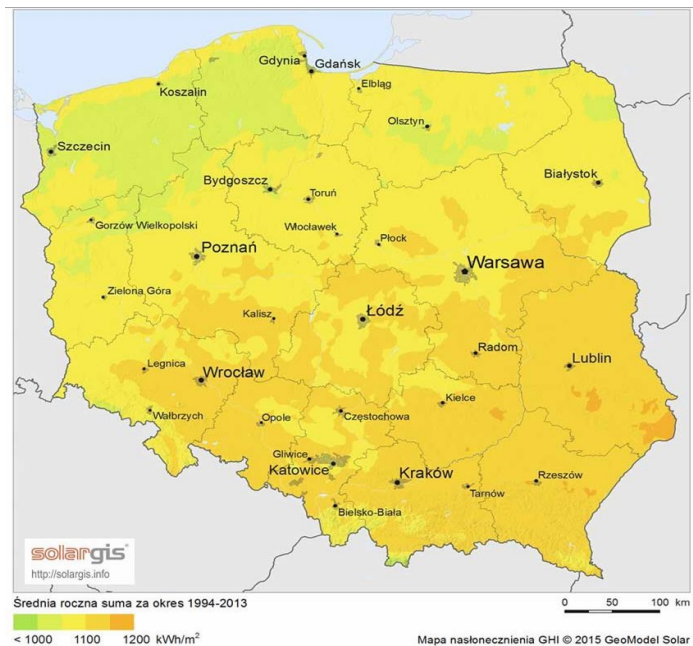
Tabela 1. „Strefy przechwytywania” promieni słonecznych na powierzchni Ziemi.

Lokalizacja/ Pustynia	Wielkość pustyni [km <sup>2</sup> ]	Obszary wymagane [km <sup>2</sup> ]	Natężenie promieniowania [W/m <sup>2</sup> ]
Africa, Sahara	9,064,960	492,100	260
Australia, Great Sandy	388,500	141,509	265
China Takla Makan	271,950	178,571	210
Middle-East Arabian	2,589,910	138,889	270
South America Atacama	139,860	136,364	275
U.S.A. Great Basin	492,100	170,455	220

(źródło: opracowanie własne)

Sumaryczna energia, jaka dociera w ciągu całego roku w Polsce waha się od 930 do 1100 kWh/(m<sup>2</sup>×rok) [8]. Jeżeli chcemy w naszym kraju wykorzystać energię słoneczną, musimy liczyć się z bardzo dużą jej zmiennością w ciągu roku. Najwięcej energii dociera na terenie Polski w porze letniej w miesiącu czerwcu i lipcu, kiedy wartość energii przekracza 150 kWh/ m<sup>2</sup>. Natomiast zimą w naszym kraju dni są o wiele krótsze, a wartość promieni słonecznych niewielka. W letni dzień nasłonecznienie jest niemal 7-krotnie większe niż zimą. Pozyskanie energii słonecznej w okresie 6 miesięcy wiosenno-letnich wynosi około 80%, natomiast

pozyskanie w miesiącach czerwiec-sierpień stanowi około 40-50% całej rocznej dawki promieniowania. Rozbieżności wynikają z takich czynników jak: klimat, szerokość geograficzna, ukształtowanie powierzchni i wysokość nad poziomem morza [8].



Rys. 2. Rozkład nasłonecznienia na obszarze Polski w latach 1994 – 2013 w kWh/m<sup>2</sup>/rok

(źródło: <http://solaris18.blogspot.com/2011/09/nasonecznienie-usonecznienie-i.html>)

Analizując dane fal elektromagnetycznych w naszym kraju, stwierdzono, że najlepsze warunki promieniowania słonecznego występują na Polesiu, Lubelszczyźnie i Zamojszczyźnie, natomiast najgorsze w okolicach Górnego i Dolnego Śląska.

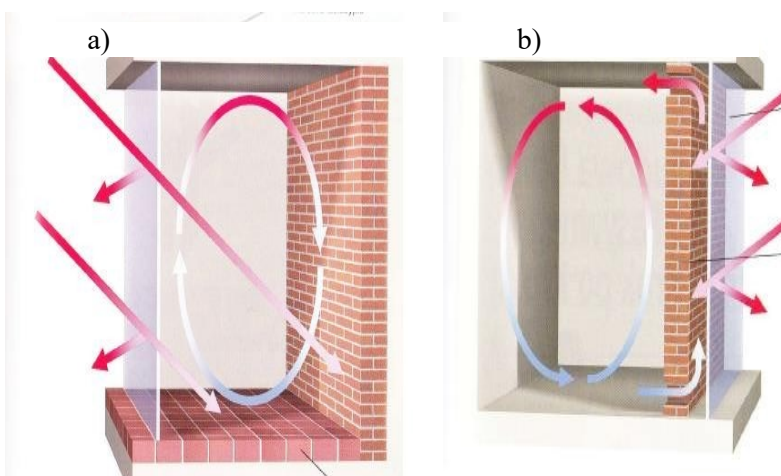
Pomimo wielu niezaprzeczalnych zalet tej czystej formy energii jak dostępność, brak konsekwencji dla środowiska, małe koszty eksploatacji ma ona jednak pewne wady. Wśród nich należy wymienić cykliczność dzienną i roczną, niskie natężenie promieniowania, stwarzające konieczność budowy dużych powierzchni kolektorów słonecznych, a także konieczność magazynowania energii.

### 3. Instalacje słoneczne, czyli pozyskanie energii ze słońca

Proces pozyskania energii ze Słońca możliwy jest za pomocą dwóch metod. Pierwsza z nich to *metoda pasywna*. Stosuje się ją w celu zmniejszenia zapotrzebowania na energię ogrzewającą budynki. Za pomocą różnych rozwiązań możliwe jest zredukowanie zapotrzebowania na ciepło, a nawet tak zwana

samowystarczalność energetyczna. Pasywna metoda nie wymaga żadnych działań ze strony użytkującej osoby. System pozyskiwania ciepła dzieli się na dwa podsystemy:

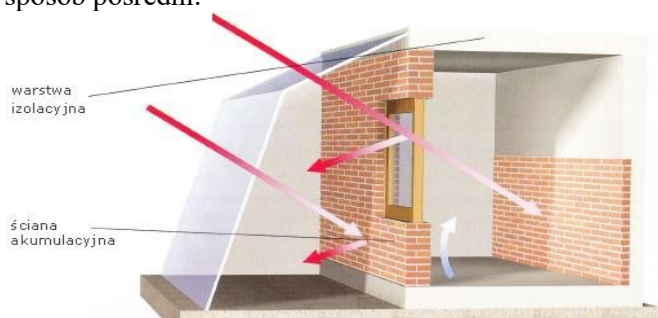
- zysków bezpośrednich, który polega na umiejscowieniu systemu grzewczego na południowej części budynku. Całkowicie przeszklona ściana w tym kierunku umożliwia docieranie bezpośrednio promieni słonecznych do wnętrza. Tam są one pochłaniane i magazynowane, a tym samym podnosi się temperatura wewnątrz budynku. Niezbędnym elementem w instalacji jest okap, który chroni przed przegrzaniem budynku w okresie letnim, a zatrzymuje ciepło w budynku zimą. System ten posiada jednak defekty, jak chwilowość trwania, w której temperatura pomieszczeń jest ściśle związana z promieniami słonecznymi padającymi w ciągu dnia. Często również dochodzi przez to do dużego wahania temperatur. Aby ich uniknąć stosuje się układy magazynujące o dużej pojemności i przewodności cieplnej. Promienie słoneczne pochłaniane są we wnętrzu pomieszczenia, dlatego jest on na ogół uzupełnieniem słonecznych lub konwencjonalnych systemów grzewczych. Przy stosowaniu tej metody należy pamiętać, że ściana akumulacyjna powinna być wykonana z materiału łatwo przewodzącego ciepło. System ten najczęściej stosowany jest w produkcji rolnej, a przykładem takiego układu jest szklarnia;
- system zysków pośrednich, który odizolowuje pomieszczenie od promieni słonecznych. Wahania temperatur jakie spowodowane są absorpcją promieni przez pomieszczenie może być uciążliwe dla człowieka. Aby nie występowały tak odczuwalne różnice w temperaturze, a także aby była możliwość przesunięcia okresu dostarczenia ciepła o parę godzin stawia się w pomieszczeniu grubą ścianę. Przeniknięcie ciepła przez taką ścianę jest niewielkie. W konstrukcjach takiej ściany, zwanej ścianą Trombe'a, wykorzystuje się szczeliny wentylacyjne między nasłonecznioną powierzchnią a szybą osłaniającą. Proces nasłonecznienia polega na przechodzeniu promieni słonecznych przez szklaną szybę i pochłanianiu ich przez ciemną ścianę akumulacyjną. Następnie w celu ogrzania wnętrza budynku otwierane są kanały łączące pomieszczenie ze szczeliną między szybą a ścianą i dopiero wtedy następuje przepływ ciepłego powietrza przez szczelinę. Poprzez otwieranie i zamykanie kanałów wentylacyjnych można regulować temperaturę w pomieszczeniu w godzinach dziennych. W ścianach przeważnie stosowane są zewnętrzne pokrywy izolacyjne, których zadaniem jest ochrona przegrody przed utratą energii i zwiększenie zysków energii (Rys. 3) [9].



Rys. 3. Zasada działania systemu zysków bezpośrednich (a) oraz zasada działania systemu zysków pośrednich ze ścianą Trombe'a (b).

(źródło: [http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie\\_energii\\_slonecznej](http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie_energii_slonecznej))

Te dwa systemy, pomimo ich wspólnego przeznaczenia jakim jest ogrzanie budynku, charakteryzują się zupełnie innymi technikami. Obecnie na rynku ma zastosowanie jeden innowacyjny system łączący dwa powyżej wspomniane, nazywany systemem Balcomba, który jest układem zintegrowanym (Rys.5). W systemie tym od strony południowej ogrzewana jest masywna ściana, której celem jest magazynowanie energii, w odizolowanej od otoczenia całkowicie oszklonej werandzie. Weranda zostaje również ogrzewana w sposób bezpośredni, czyli poprzez promienie słoneczne docierające do niej przez szklaną ścianę. Na tym etapie występują duże wahania temperatur a przestrzeń mieszkalna pozyskuje energię w sposób pośredni.



Rys.4. System Balcomba.

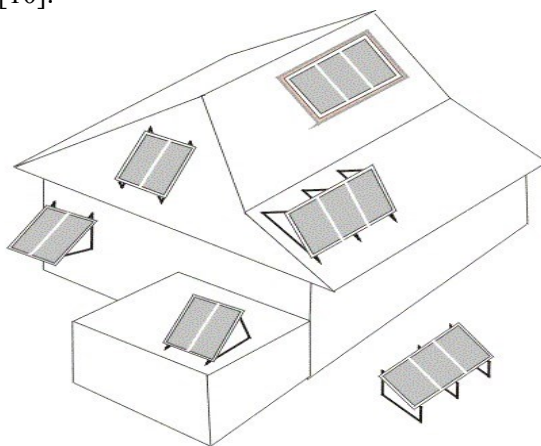
(źródło: [http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie\\_energii\\_slonecznej](http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie_energii_slonecznej))

Druga metoda pozyskiwania energii ze słońca - aktywna, polega na zamianie energii słonecznej na energię cieplną lub prąd. Zamiana energii słonecznej na ciepłą realizowana jest w kolektorach i stawach solarnych. Zamiana energii

słonecznej na energię elektryczną dokonywana jest w specjalnych urządzeniach - fotoogniwach, elektrowniach i kominach słonecznych.

### *KOLEKTORY SŁONECZNE*

Jednym z najpopularniejszych urządzeń do pozyskania ciepła są kolektory słoneczne. Wyposażone są w wysokiej jakości absorber miedziany, który pokryty jest specjalną emalią pochłaniają promienie słoneczne i światło rozproszone. Zazwyczaj montowane są na dachach domów lub budynków użytkowych. Na ogół zakładane są na południowej ścianie budynku lub są obiektami wolno stojącymi (Rys. 6) [10].



Rys. 6. Sposób montażu kolektorów słonecznych

(źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.arka-wroclaw.eu/kolektory-słoneczne/montaz-kolektorow>)

Trzeba jednak pamiętać o tym, aby miejsce posadowienia kolektorów było dobrze nasłonecznione, a promienie słoneczne dostarczane do nich przez największy możliwy czas w ciągu całego roku. Dodatkowo w okresie letnim kąt nachylenia powierzchni kolektora do poziomu powinien być mniejszy niż zimą. Optymalny kąt nachylenia powinien wynosić 45 stopni aby proces przebiegał poprawnie. Podczas wyboru kolektora słonecznego do zastosowania w domach jednorodzinnych lub na potrzeby zakładu można brać pod uwagę kilka istotnych parametrów instalacji solarnej: jej budowa, czynnik wymieniający ciepło, parametry pracy kolektora słonecznego. Energia słoneczna zamieniana jest w kolektorach na energię cieplną głównie za pomocą cieczy (tj.glikol, woda) lub gazu (np. powietrza). Generalnie kolektory można podzielić na (Rys. 7):

- płaskie;
  - cieczowe,
  - gazowe,
  - dwufazowe,
- płaskie próżniowe;



- próżniowo-rurowe (nazywane próżniowymi, w których rolę izolacji spełniają próżniowe rury);
- skupiające (prawie zawsze cieczowe);
- specjalne (np. oko termiczne) [11].



Rys.7. Podział kolektorów słonecznych.

(źródło:

[http://www.zielonaenergia.eco.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=169:kolektor-y-soneczne-produkcja-ciepa-ze-soca&catid=51:slonce&Itemid=214](http://www.zielonaenergia.eco.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=169:kolektor-y-soneczne-produkcja-ciepa-ze-soca&catid=51:slonce&Itemid=214))

Kolektor płaski cieczowy jest najprostszym i najpopularniejszym kolektorem. Służy do przygotowywania ciepłej wody. Natomiast rzadziej wspomaga ogrzewanie centralne. Kolektory te budowane są w postaci paneli połączonych ze sobą szeregowo lub równolegle. Liczba paneli połączonych szeregowo jest ograniczona ze względu na wzrost oporów przepływu czynnika grzewczego. Często jednak łączy się ze sobą dużą liczbę paneli w sposób mieszany. Kolektor ten składa się z trzech podstawowych elementów: absorbera z układem rurek, izolacji oraz pokrywy (szyby solarnej) (Rys.8). Kolektory płaskie mogą być stosowane przez ponad 25lat.

Najważniejszym jego elementem jest absorber, a wielkość pochłanianej energii zależy od jego wielkości i pokrycia. Absorber wykonywany jest z blach stalowych lub aluminiowych, powlekanych materiałem o jak największej selektywności w stosunku do współczynnika emisji promieniowania, który zależy od długości fali i wartości współczynnika emisji promieniowania z rozgrzanej płyty. Przy wyborze tego selektywnego materiału trzeba wziąć pod uwagę właściwości kosztowe i jakościowe tj. koszt wytwarzania, możliwość pracy w wysokich temperaturach (nawet do 300 stopni), odporność na starzenie się i na czynniki atmosferyczne. Działanie kolektora polega na wykorzystaniu zjawiska pochłaniania promieni przez ciemne powierzchnie. Specjalna przestrzeń powlekana zostaje przez czarne lakiery lub matowe farby. Farby te otrzymywane są na bazie poliestrów z dodatkiem pigmentów typu czerń chromowa, czarny nikiel i inne. Współcześnie najczęściej stosowane są dwa rodzaje warstw: czarny

chrom oraz tytan i krzem, oznaczony jako  $TiNO_x$ . Warstwa  $TiNO_x$  w porównaniu z czarnym chromem zwiększa sprawność kolektora o ok. 10%, zwłaszcza zimą. Natomiast czarny chrom jest materiałem wytrzymałym i miękkim, co daje możliwość nałożenia go na blachę stalową lub aluminiową, a następnie można łatwo go kształtować bez obaw o uszkodzenie. Zaletą czarnego chromu jest jego szansa użycia powtórnie, po okresie zużycia, natomiast  $TiNO_x$  nie daje nam takich możliwości.

Dalszy proces wykorzystania energii słonecznej polega na przepuszczaniu jej przez szklaną pokrywę, a umieszczony wewnątrz poczerniony absorber pochłania ją. W ten sposób nagrzana płyta przekazuje ciepło do czynnika roboczego przepływającego w rurkach przymocowanych do absorbera. Temperatura czynnika jest związana z intensywnością promieniowania i natężeniem przepływu czynnika w rurkach. Wewnątrz kolektora dochodzi do „efektu szklarniowego”, który polega na wnikięciu ciepła do wnętrza kolektora, absorpcji długofalowego promieniowania cieplnego emitowanego przez pochłaniacz. Ogranicza to konwekcyjne straty ciepła do otoczenia.



Rys. 8. Kolektor płaski ze zbiornikiem do ciepłej wody (a); kolektor próżniowy ze zwierciadłem doświetlającym (b)

(źródło: <http://www.solartechnology.pl/technologie/kolektory-sloneczne/>)

Jako wymiennik ciepła działają przeważnie rurki miedziane, które służą do przepływu czynnika roboczego i mogą być przymocowane za pomocą: klejenia, lutowania, spawania laserowo lub zgrzewania ultradźwiękiem. Rurki mocuje się w układzie równoległym, zwanym harfowym lub w układzie z podwójną harfą lub w układzie meandrowym, w postaci węzownicy. Najczęściej stosowany i najtańszy jest układ równoległy, jednak bardziej efektywny jest układ z podwójną harfą, ponieważ umożliwia on osiągnięcie wyższej temperatury czynnika

roboczego. Ważnym elementem kolektora jest jego izolacja. Materiały izolacyjne muszą mieć małą przewodność ciepła, niską gęstość i wysoką temperaturę pracy. Do takich tworzyw należą włókna szklane, wełna mineralna, pianki poliuretanowe lub styropian.

Ostatnim elementem budowy jest pokrywa szklana, która charakteryzuje się dużą przepuszczalnością promieniowania słonecznego oraz trwałością na oddziaływanie czynników atmosferycznych. Płyta posiada również odpowiednią wytrzymałość na działanie wysokiej temperatury. Do budowy tej części stosuje się teflon, poliamid i szkło słoneczne o niskiej zawartości  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  [12].

Kolektory rurowo-próżniowe składają się głównie z rur próżniowych, w którym absorber zbierający ciepło znajduje się w próżni rzędu 0,1 Pa. Próżnia ta, pełni funkcję izolacji cieplnej zmniejszającej straty ciepła. W takim układzie absorber nie jest uzależniony od temperatury, w związku z tym sprawdza się on również w zimowe dni. Na powierzchni kolektora znajduje się powłoka absorpcyjna, która nie różni się od tej w kolektorach płaskich. Różni się zaś czynnikiem roboczy, który przepływa zazwyczaj przez kanały w kształcie litery „U”, umieszczone wewnątrz kolektora. Kolektory próżniowe mają dwie podstawowe konstrukcje: z obiegiem bezpośrednim i z tak zwaną „rurką cieplną”. Kolektory z obiegiem bezpośrednim działają tak samo jak płaskie kolektory cieczowe. Panele w tym kolektorze składają się z określonej liczby rur, które są zgrzane współosiowo. Rury mogą mieć pojedynczą ściankę, bądź mogą być też rurami dwuwarstwowymi. Kolektory z rurką cieplną mają podobną budowę, wyróżniają się jednak tym, iż ich przyjmowanie ciepła do absorbera odbywa się za pomocą substancji o niskiej temperaturze wrzenia, zamkniętej w rurce. Substancja ta ulega ciągłym przemianom fazowym. Dodatkowo w celu zwiększenia efektywności pracy montuje się zwierciadła, naświetlające nośnik od strony osłonecznionej. Instalacja ta ma wiele dodatnich cech. Do najważniejszych należy bardzo dobra wymiana ciepła, mniejsza powierzchnia kolektora, mniejsza awaryjność, łatwość montażu.

Kolektory rurowo-próżniowe są mniej odporne na czynniki atmosferyczne jak np. grad. Pomimo, że ich wydajność jest większa od płaskich, jednak koszt wytworzenia takiego kolektora jest większy.

Kolektory gazowe wykorzystują gazy, a najczęściej powietrze, które jest powszechnie dostępne, nietoksyczne, nie zamarza i nie działa na nie żadna korozja. Warto mieć jednak na uwadze, iż wykorzystanie ciepła z powietrza jest mniej efektywne niż w przypadku kolektorów cieczowych. Powietrze ma małe ciepło właściwe, które jest konieczne w celu napędzenia kolektora. Podczas ich wykorzystania trzeba wygospodarować większy obszar niż w przypadku pozostałych kolektorów, średnio od 5 do 1000  $\text{m}^2$ , a i tak ich dzienny przyrost temperatury czynnika roboczego wynosi  $10^\circ\text{C}$  -  $30^\circ\text{C}$ . Dla porównania w kolektorach cieczowych jest to  $30^\circ\text{C}$  -  $50^\circ\text{C}$ . Kolektory mogą być budowane w postaci indywidualnych paneli jak również mogą również być elementem pokryć przegród budowlanych, umieszczanych na pionowej ścianie budynków, co pozwala na optymalne wykorzystanie ich w porze zimowej. Kolektor tego typu

znalazł zastosowanie w układach grzewczych budynków, stanowiąc element systemu wentylacyjnego oraz w suszarnictwie.

Wykorzystanie kolektorów słonecznych do pozyskania ciepłej wody jest ściśle związane z powierzchnią jaką on zajmuje. Dla powierzchni 6m<sup>2</sup> pokrytej panelami możliwe jest prawie pełne pokrycie zapotrzebowania na ciepłą wodę w okresie 6 miesięcy (kwiecień-wrzesień), co w skali rocznej wynosi 60% zapotrzebowania energetycznego budynku jednorodzinne.

Jednak w skali roku wykorzystanie kolektorów słonecznych dla całej instalacji grzewczej budynku (ciepła woda i ogrzewanie) starcza tylko do max. 20%. W związku z tym istotne jest zbadanie mocy nasłonecznienia a w określonych warunkach i przy braku strat ciepła ocenia się sprawność optyczną kolektora (wydajność). W celu prawidłowych wyliczeń używa się wzór na sprawność rzeczywistą kolektora słonecznego [13]:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \times \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \times \Delta T^2}{E_g}, \quad (1)$$

gdzie:

$\eta_0$  – sprawność optyczna

$k_1$  – współczynnik strat ciepła liniowych (W/m<sup>2</sup>K) – sezon letni

$k_2$  – współczynnik strat ciepła liniowych (W/m<sup>2</sup>K) – sezon jesienno-zimowy

$\Delta T$  – różnica temperatur między absorberem a otoczeniem kolektora (K)

$E_g$  – natężenie promieniowania słonecznego (W/m<sup>2</sup>)

Wydajność kolektora zależy zatem i od jego parametrów technicznych i konstrukcyjnych.

### *Fotowoltaika*

Kolektory słoneczne służą do zamiany energii słonecznej na ciepłą i daje to nam wiele korzyści przy codziennym użytkowaniu. Inną branżą, która na świecie obecnie intensywnie się rozwija jest fotowoltaika, czyli produkcja energii elektrycznej ze słońca. Proces fotowoltaiczny, daje możliwość głównie zredukowania kosztów za prąd. Jednak podejmując decyzję o założeniu paneli fotowoltaicznych, trzeba pamiętać, iż jest to zakup kosztowny. Pomimo to koszty poniesione podczas zakładania paneli fotowoltaicznych są jednorazowe i wahają się w zależności od rodzaju paneli, ich jakości, marki, jakości inwertera oraz sposobu montażu.

Z danych pozyskanych od firmy SUNSOL z Gdańska [14], zajmującej się instalacjami fotowoltaicznymi otrzymano wycenę dwóch instalacji o różnej wielkości mocy. Dla porównania pierwsza z instalacji o mocy 40kW kosztuje 231 057,59zł, natomiast druga instalacja o mocy 150kW, aż 972 204,80zł. W ofercie wzięto pod uwagę m.in sprzęt, materiał i montaż oraz założono, że układ skierowany będzie skierowany na południe.

W ofercie zawarto innowacyjne panele Q-Cells, które mają zastosowane dwie nowoczesne technologie przeciwdziałające uszkodzeniu paneli: technologię Anti-

PID oraz technologię Hot Spot Protect [13]. Ważnym elementem przy montażu instalacji jest ułożenie paneli na konkretnym dachu, gdyż cena zależy od tego jaka jest konstrukcja dachu. (Tabela. 2).

Tabela. 2. Przykładowe oferty paneli fotowoltaicznych z wyposażeniem i montażem.

Lp.	Nazwa	Ilość	Jednostka	Netto zł	Brutto zł
<b>OFERTA 1- instalacja fotowoltaiczna o mocy 40kW</b>					
1	Panele Q-Cell Q Plus G 240 W	144	sztuk	140965,56	173387,64
	Aluminiowa konstrukcja mocująca, dach skośny, klemy anodyzowane czarne				
2	Fronius Symo 17.5-3-M	2	sztuk	25008,14	30760,01
3	transport, montaż, okablowania, zabezpieczenia typu DC typ I +II Jean Muller; zabezpieczenie typu AC Legrand; złączki MC4 firmy Multicontact; przyłączenie do energetyki (formalności)	1	sztuk	21878,00	26909,94
<b>Razem brutto</b>					<b>231057,59</b>
<b>OFERTA 2- instalacja fotowoltaiczna o mocy 150,08 kW</b>					
1	Panele Q-Cell Q Plus G4 280 W	536	sztuk	553956,00	681365,88
	Aluminiowa konstrukcja mocująca, dach skośny, klemy anodyzowane czarne				
2	Fronius Symo 20.0-3-M	7	sztuk	13650,41	16790,00
3	transport, montaż, okablowania, zabezpieczenia typu DC typ I +II Jean Muller; zabezpieczenie typu AC Legrand; złączki MC4 firmy Multicontact; przyłączenie do energetyki (formalności)	1	sztuk	222804,00	274048,92
<b>Razem brutto</b>					<b>972204,80</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.sunsol.pl> - informacje od Best Regards, inż. energetyk Małgorzata Otłowska, dział handlowy firmy SUNSOL [14].

Pomimo bardzo kosztownej inwestycji wiele osób decyduje się na stosowanie paneli PV. Należy wziąć pod uwagę fakt, że instalacja PV pozwoli nam na niezależnienie się od wzrostu cen energii elektrycznej.

Nasze rachunki za prąd są w tym przypadku o wiele mniejsze, a dodatkowo również można na tej energii zarabiać, odsprzedając jej nadmiar do sieci. Panele

słoneczne mają wiele korzyści np.: nie powodują drgań, nie hałasują, a przede wszystkim nie są szkodliwe dla środowiska.

#### **4. Normy prawne regulujące OZE**

W XXI wieku niemal wszystkie dziedziny życia regulowane są odpowiednimi aktami prawnymi - zarówno krajowymi jak i międzynarodowymi. Odpowiednimi aktami prawnymi - konwencjami, dyrektywami, ustawami, rozporządzeniami czy normami, regulowane są także zasady wytwarzania, dystrybucji oraz wykorzystania energii. Obecnie odpowiednie regulacje prawne mają na celu jak największą dywersyfikację źródeł wytwarzania energii. Poprzez odpowiednie przepisy wymusza się na wszystkich krajach dążenie do jak najmniejszego wykorzystania tradycyjnych źródeł produkcji energii, obniżania poziomu wytwarzanego CO<sub>2</sub>, nakazując tym samym stopniowe zwiększanie produkowania energii metodami alternatywnymi. Dzieje się tak nie tylko z powodu dbałości o środowisko i poprawy świadomości ekologicznej społeczeństw. Główny powód to ekonomia oraz poprawa bezpieczeństwa energetycznego wszystkich krajów. W ostatnich latach obserwujemy również szybki rozwój technik poboru energii ze źródeł odnawialnych – tzw. OZE (wiatr, słońce, geotermia). W dobie zawirowań polityczno-ekonomicznych ceny tradycyjnych źródeł energii (ropa, gaz, węgiel) niestety rosną. W obecnej dobie rozwoju technologicznego, urządzenia do pozyskiwania i przetwarzania „zielonej energii”, czyli OZE, stają się niewątpliwie wydajniejsze, a także tańsze w produkcji i eksploatacji. Stwarza to odpowiednie warunki do tego, by energia pochodząca z OZE mogła trafiać do szerszej grupy potencjalnych odbiorców.

W Polsce wykorzystywanie Odnawialnych Źródeł Energii do produkcji energii elektrycznej wymuszone jest poprzez prawo państwowe oraz prawo obowiązujące w Unii Europejskiej.

W UE zapisy dotyczące bezpieczeństwa energetycznego i ochrony środowiska z tym związanej, pojawiły się po raz pierwszy w 1997 roku, kiedy to Komisja Europejska opublikowała dokument „*Biała Księga. Energia dla przyszłości - odnawialne źródła energii*” [15]. Plan działania przedstawiony w Białej Księdze zakładał stworzenie odpowiednich warunków rynkowych dla rozwoju OZE bez nadmiernych obciążeń finansowych dla państw członkowskich. Jego podstawowe założenie to 12% udziału OZE w zaspokojeniu zapotrzebowania Unii Europejskiej na energię pierwotną w 2010 r. Dodatkowo przyjęta została dyrektywa nr 2001/77/EC (znowelizowana dyrektywą nr 28/2009/WE) w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym, energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych. Zapisane zostały w niej połączone cele, jak:

1. Wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych.
2. Obowiązkowe krajowe cele ogólne w odniesieniu do całkowitego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto i w odniesieniu do udziału energii ze źródeł odnawialnych w transporcie.

3. Zasady dotyczące:
  - a. statystycznych przekazów określonej ilości energii z OZE między państwami członkowskimi,
  - b. wspólnych projektów między państwami członkowskimi a państwami trzecimi,
  - c. gwarancji pochodzenia,
  - d. procedur administracyjnych,
  - e. informacji i szkoleń,
  - f. dostępu energii ze źródeł odnawialnych do sieci elektroenergetycznej.
4. Kryteria zrównoważonego rozwoju dla biopaliw i biopłynów [16].

Jednocześnie w tym samym czasie, Komisja Europejska opublikowała Zieloną Księgę, poświęconą problemom wytwarzania energii i skutkom nadmiernego wykorzystywania konwencjonalnych źródeł do jej produkcji. Zgodnie z przedstawionymi w dokumencie symulacjami, poziom zależności od importowanych nośników energii, sięgnie w 2030 r. ok. 70%. W związku z tak pesymistycznymi wynikami analiz, Komisja zasugerowała wiele działań zapobiegawczych. Jednym z nich jest zwiększenie wytwarzania energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych – RESE (Renewable Energy Sources Electricity) [17].

W Polsce nie zawsze wykorzystanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych było dobrze uwarunkowane prawnie. Jednak od 1 maja 2004 roku Polska jest członkiem Unii Europejskiej i musi stosować się do jej prawa również z zakresie OZE. Obecnie każdy z tworzonych w Polsce aktów prawnych konstruuje własną definicję pojęcia odnawialnych źródeł energii, nie troszcząc się zbytnio o jego zgodność z innymi dokumentami (Polskimi czy Unii Europejskiej) [18]. Jednak podpisując traktat akcesyjny zobowiązano się do zwiększenia udziału Odnawialnych Źródeł Energii w produkcji elektrycznej z poziomu 1,7% w 1997r. do poziomu minimum 7,5% w 2010 roku. Dodatkowo nasz kraj zobowiązał się do uzyskania minimum 15 % udziału produkcji energii z OZE w 2020 r. Cele, które zostały postawione przed Polską nie są proste do osiągnięcia. Komisja Europejska w 2015 roku sygnalizowała, że Polska może nie wywiązać się z zobowiązań nałożonych dyrektywą 28/2009/WE. W 2014 roku w Polsce wyprodukowano blisko 18 TWh energii z OZE. Oznacza to, że do 2020 roku powinniśmy zwiększyć produkcję z OZE do poziomu około 24 TWh.

Ujęte w znowelizowanej w 2016 roku ustawie o Odnawialnych Źródłach Energii zapisy nie sprzyjają niestety wsparciu dla energii wytwarzanej między innymi z promieni słonecznych. Największe wsparcie na podstawie tej ustawy przysługują źródłom, które wytwarzają energię stabilnie np. biogazowniom, czy współspalaniu biomasy z węglem. Pojawiła się definicja prosumenta, którym jest: „odbiorca końcowy dokonujący zakupu energii elektrycznej na podstawie umowy kompleksowej, wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne, niezwiązane z wykonywaną działalnością gospodarczą”. Zatem prosumentem nie mogą być przedsiębiorcy, co znacznie utrudnia wykorzystanie OZE w

przedsiębiorstwach. Prosumenci nie mogą sprzedawać nadwyżek wyprodukowanej energii, ale w zamian mogą czerpać korzyści ze swoistej wymiany barterowej z zakładem energetycznym, uzyskując opusty na odbieraną energię – przy uwzględnieniu określonego współczynnika przeliczeniowego. Jednak wprowadzono tzw. „opłatę OZE” w przypadku, której istnieje np. ryzyko, że jeżeli prosument wyjedzie i nie będzie przez dłuższy czas odbierał energii, to po powrocie nie będzie mógł wykorzystać opustu od całej energii wprowadzonej do sieci, bo ta wprowadzona rok wcześniej będzie się anulować. Ponadto należy domniemywać, że po upływie 15 lat zgodnie z ustawą, prosumenci wszelkie nadwyżki lub całość wyprodukowanej energii oddają sprzedawcy za darmo [19]. Obecnie trwają prace nad nowelizacją ustawy o OZE. Zakłada się że z nową ustawą zostaną wprowadzone taryfy gwarantowane (FiT), które zapewniają prosumantom sprzedaż energii elektrycznej produkowanej w małych, domowych instalacjach OZE, po cenach gwarantowanych przez 15 lat.

Na dywersyfikację źródeł energii oraz zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> próbują oddziaływać również instytucje światowe. Jedną z nich jest Organizacja Narodów Zjednoczonych. W 2015 roku instytucja ta podjęła inicjatywę o dumnej nazwie: „Sustainable Energy for All - Zrównoważona Energia dla Wszystkich”. Głównym dążeniem inicjatywy jest przyspieszenie działań na rzecz celów, które powinny zostać osiągnięte do 2030 r., tj.:

- zapewnienie powszechnego dostępu do energii,
- istotna poprawa efektywności energetycznej
- zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w globalnym miksie energetycznym.

Odpowiedni poziom wsparcia i koordynacja działań pozwoli uwolnić potencjał przemysłu w celu zapewnienia powszechnego dostępu do energii, istotnej poprawy efektywności energetycznej, zwiększenia zużycia energii wytworzonej ze źródeł odnawialnych oraz rozwoju bardziej zrównoważonych produktów i usług [20].

## **5. Innowacje w procesie produkcji energii z promieniowania słonecznego**

W obecnej, dynamicznej dobie rozwoju myśli technologicznej nikogo nie dziwi szybki rozwój różnych zagadnień związanych z energetyką. Na rynku pojawiają się coraz to nowsze produkty, związane z pozyskiwaniem energii słonecznej. Szczególnie perspektywy rozwoju fotowoltaiki są imponujące i ma ona bardzo dobrą passę. Takie rzeczy jak kalkulatory na słońce, lampki solarne, powerbanki zasilane energią słoneczną są już powszechnie stosowane. Pojawiły się również solarne torby, plecaki [21], pojazdy [22], obrazy (panele ilustrowane) [23], panele dachowe czy okiennice [24], jak również innowacyjne słoneczne panele polimerowe w postaci elastycznych włókien. Docelowo mają one pozwolić efektywniej ładować urządzenia elektryczne przy stosunkowo niskich kosztach pozyskania energii w sposób przyjazny dla środowiska [25].



Jednak najbardziej interesuje nas pozyskiwanie energii ze słońca w dużych ilościach. Elektrownie słoneczne wykorzystują różne technologie: panele fotowoltaiczne albo CSP, czyli energię skoncentrowaną. Łączy je natomiast jedno – wytwarzają ogromne ilości energii całkowicie przyjaznej środowisku.

Najbardziej efektywne są elektrownie działające na zasadzie wieży solarnych. Powietrze w takich urządzeniach nagrzewa się w ogromnym kolektorze słonecznym następnie unosi się w górę i ucieka poprzez wysoką wieżę - komin. Poruszające się powietrze napędza turbiny, które produkują energię elektryczną. Pierwsze wzmianki na temat tego typu konstrukcji pojawiły się już w roku 1903 w magazynie „La energia electrica” [26]. Teoretyczne podstawy konstrukcji zostały opracowane przez Hansa Günthera, niemieckiego badacza w roku 1931, a dopiero w 1975 roku Robert E. Lucier przedstawił patenty na wieżę słoneczną. Pierwszy obiekt tego typu został zbudowany w 1982 r. w Hiszpanii. Konstrukcja składała się z komina o wysokości 195 m i średnicy 10 m, oraz kolektora o całkowitej powierzchni 46000 metrów kwadratowych dając na wyjściu moc elektryczną 50 kW. Konstrukcja pilotażowa pracowała około 8 lat, lecz z powodu niestabilności komina musiała zostać rozebrana w roku 1989 [26].

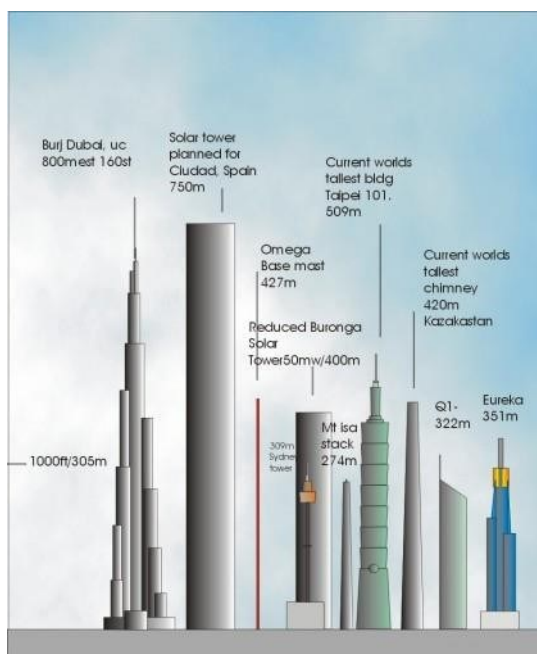


Rys. 9. Wieża solarna zbudowana w Hiszpanii w 1982r.

(źródło: <http://ioze.pl/energetyka-wiatrowa/aktualnosc/w-arizonie-stanie-najwieksza-solarna-wieza-swiate>)

Wydajność energetyczna wieży słonecznej zależy pośrednio od dwóch czynników: wielkości kolektora oraz wysokości komina. Przy dużym kolektorze, większa objętość powietrza ulega nagrzaniu, co powoduje jego większą prędkość przepływu przez komin. Przy wyższym kominie następuje z kolei większa różnica ciśnień wywołana przez tzw. efekt kominowy, co z kolei wymusza większą prędkość przepływającego powietrza. zakłada się, że optymalna wysokość komina, dla dużej elektrowni, powinna wynosić około 1000 metrów. Wadą wież słonecznych jest konieczność pracy w obszarach silnie nasłonecznionych oraz zajęcie znacznej powierzchni pod kolektor. Tereny nadające się do budowy to tereny o niskiej wartości, takie jak np. pustynie. Według szacunków, wieża

słoneczna o mocy 200 MW wymaga kolektora o średnicy 7 km i kolumny wysokości 1000 metrów. Instalacja ta może zapewnić energię dla 200 tysięcy typowych gospodarstw domowych. W przypadku tradycyjnych elektrowni, produkcja tej energii spowodowałaby wydzielenie do atmosfery 900 tys. ton gazów cieplarnianych w ciągu roku. Wydajność takiej elektrowni szacuje się na około 5 W/m<sup>2</sup>. Obecnie największa elektrownia tego typu powstaje w Arizonie [27].



Rys. 10. Rozmiary niektórych najwyższych budynków na świecie w porównaniu z istniejącymi i projektowanymi wieżami słonecznymi.

(źródło: <http://planetaoze.blog.pl/files/2013/08/w2.jpg>)

Najnowszym osiągnięciem w dziedzinie produkcji energii elektrycznej, pochodzącej z promieniowania słonecznego są lustrzane konstrukcje elektrowni solarnych. Jest to innowacyjna i o wiele bardziej wydajna technologia produkcji energii niż wieże solarne. Najstynniejsza taka konstrukcja powstała na amerykańskiej pustyni Mojave i wytwarza 392 MW energii – elektrownia Ivanpah Solar Plant. Zajmuje ona powierzchnię niemal 9 km<sup>2</sup>, a składa się z 300,000 luster, które skupiają światło na trzech 130 metrowych wieżach. W każdej z nich znajduje się ogromny zbiornik wody, w którym dzięki temperaturze pochodzącej ze skupionych promieni słonecznych (około 540 °C), wytwarzana jest para napędzająca następnie turbiny produkujące prąd. Elektrownia dostarcza prąd do 140,000 kalifornijskich gospodarstw domowych [28]. Odwiedzających elektrownię Ivanpah najbardziej zaskakuje panująca tam kompletna cisza.

Przerywa ją jedynie delikatny odgłos silników elektrycznych, które sterowane komputerowo co kilkadziesiąt sekund korygują kąt nachylenia 170 tys. zwierciadeł, dostosowując go do położenia słońca. Podobna konstrukcja powstaje również w Maroku, która ma produkować 160MW energii.

Elektrownie słoneczne w Polsce wytwarzają oczywiście dużo mniej energii. Pomimo umiarkowanego nasłonecznienia, rynek fotowoltaiki w Polsce prężnie się rozwija. Ostatnio pojawiły się również zapowiedzi Ministerstwa Energii, które chce do 2020 roku zwielokrotnić moc elektrowni słonecznych w Polsce. Związane jest to z raportem przygotowanym w 2016 roku przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne w sprawie konieczności wprowadzenia 20 stopnia zasilania. Innym aspektem jest spadek cen modułów fotowoltaicznych, które stanowią największy udział kosztów w całej instalacji, głównie za sprawą Chin [30]. Obecnie w Polsce największą elektrownie słoneczną w gminie Czernikowo koło Torunia uruchomiła Grupa Energa - o mocy prawie 4 MW. Przedsiębiorstwo Energetyczne Gubin również uruchomiło, w Gubinie, farmę solarną o powierzchni 2,6 ha i mocy 1,5 MW, która pozwala na zaspokojenie potrzeb na energię elektryczną około 800 gospodarstw domowych. Cała inwestycja będzie natomiast obejmowała łączna moc elektrowni rzędu 4 MW, na powierzchni 7 ha. Kolejna z rzędu farma fotowoltaiczna mieszcząca się w Wierchosławicach ma moc 1MW. Podobnie farma fotowoltaiczna w Kukince w gminie Ustronie Morskie na terenie byłego wysypiska śmieci również ma moc 1 MW i powierzchnię 2 ha. Natomiast elektrownia słoneczna w Rudzie Śląskiej ma moc 311 kW, elektrownia w Polkowicach – 100 kW, a 82 kilowaty – elektrownia w Łodzi należąca do Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala im. dra Wł. Biegańskiego.

## **Podsumowanie**

Dynamiczny rozwój produkcji energii z odnawialnych źródeł energii to ogromna szansa dla poprawy bezpieczeństwa energetycznego wielu państw. Dodatkowo jest to szansa na zdecydowane obniżenie emisji zanieczyszczeń - pyłów i CO<sub>2</sub> do atmosfery. Należy dążyć do jak największej produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, by prognozowane wyczerpanie się paliw kopalnych w 2250 roku odsunąć jak najdalej w czasie i uniezależnić się energetycznie od tych źródeł. Dużą rolę pełnią tutaj międzynarodowe organizacje, państwa, korporacje oraz wszyscy obywatele, których świadomość pochodzenia energii, którą użytkują również jest ogromnie ważna.

W artykule przybliżono tematykę pozyskiwania energii ze słońca. Jest to obecnie bardzo stabilne i dostępne źródło, w którym pokładane są nadzieje ludzkości w pozyskiwaniu energii. W zasadzie każdego dnia powstają nowe urządzenia i technologie, które wykorzystują energetykę słoneczną. Rozwój energetyki słonecznej jest również szansą na rozkwit państw afrykańskich, które powinny swój potencjał geograficzny w tym zakresie w wykorzystać (lub które można w tym wspomóc). W ostatnich latach potencjał ten znakomicie wykorzystały Chiny, stając się w 2016 roku największym producentem energii

słonecznej na świecie. Nowoczesne technologie, które pomagają obniżyć koszty wytworzenia urządzeń do produkcji tego typu energii oraz wzrost wydajności takich urządzeń to szansa dla całego globu. W tym celu należy bezwzględnie pogłębiać badania nad wykorzystaniem słońca do produkcji energii poprzez zwiększenie nakładów finansowych na takie badania oraz odpowiednie uwarunkowanie prawne takich przedsięwzięć. Ważne jest również stworzenie warunków do implementacji tych rozwiązań w przedsiębiorstwach, które dzięki temu mogą znacznie obniżyć koszty energii tak niezbędnej w procesach produkcyjnych.

## **Literatura**

- [1] [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- [2] [www.pse.pl](http://www.pse.pl)
- [3] Renewables in Global Energy Supply. An IEA Fact Sheet. International Energy Agency. November 2002. Renewables Information 2002 (with 2000 data). International Energy Agency. November 2002.
- [4] Dec B., Krupa J., Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w aspekcie ochrony środowiska, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie Katedra Turystyki i Rekreacji, 2016
- [5] <http://blogs.worldwatch.org/revolt/growth-of-global-solar-and-wind-energy-continues-to-outpace-other-technologies>
- [6] [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl)
- [7] <http://solaris18.blogspot.com/2011/09/nasonecznienie-usonecznienie-i.html>
- [8] <https://poradnikprojektanta.pl/energia-sloneczna-w-polsce-naslonecznienie/>
- [9] [http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie\\_energii\\_slonecznej](http://www.efektywniej.pl/artykuly/pozyskiwanie_energii_slonecznej)
- [10] <http://www.arka-wroclaw.eu/kolektory-sloneczne/montaz-kolektorow>
- [11] [www.zielonaenergia.eco.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=169:kolektory-soneczne-produkcja-ciepa-ze-soca&catid=51:slonce&Itemid=214](http://www.zielonaenergia.eco.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=169:kolektory-soneczne-produkcja-ciepa-ze-soca&catid=51:slonce&Itemid=214)
- [12] [www.solartechnology.pl/technologie/kolektory-sloneczne/](http://www.solartechnology.pl/technologie/kolektory-sloneczne/)
- [13] [www.hewalex.pl/porady-i-wiedza/kolektory-sloneczne/sprawnosckolektora-slonecznego.html](http://www.hewalex.pl/porady-i-wiedza/kolektory-sloneczne/sprawnosckolektora-slonecznego.html)
- [14] [www.sunsol.pl](http://www.sunsol.pl) - informacje od Best Regards, inż. energetyk Małgorzata Otłowska, dział handlowy firmy SUNSOL
- [15] Oniszk-Popławska A., Trendy i przewidywane zmiany w prawodawstwie Unii Europejskiej dotyczące odnawialnych źródeł energii, Wokół Energetyki – kwiecień 2005; <http://www.cire.pl/pliki/2/oniszk.pdf>
- [16] Dyrektywa 28/2009/WE w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych
- [17] Bolesta K., Polityka w dziedzinie energii, Wspieranie rozwoju energetyki odnawialnej w państwach UE, Biuletyn Informacyjny, Wspólnoty Europejskiej, nr 1 (124), 2002, Instytut Koniunktur i Cen Handlu Zagranicznego, Centrum Badań Struktur Europejskich, Warszawa, s. 40

- [18] Norwisz J., Musielak T., Boryczko B., Odnawialne źródła energii - polskie definicje i standardy, Rynek Energii – nr 1/2006
- [19] [www.green-projects.pl/2016/07/nowa-ustawa-o-odnawialnych-zrodlach-energii/](http://www.green-projects.pl/2016/07/nowa-ustawa-o-odnawialnych-zrodlach-energii/)
- [20] [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl)
- [21] [www.green-projects.pl/2017/03/fotowoltaika-innowacje-perowskity/](http://www.green-projects.pl/2017/03/fotowoltaika-innowacje-perowskity/)
- [22] <http://solarkurier.pl/news/160340/1306-na-wisle-zwodowano-lodz-agh-solar-boat-wideo.html>
- [23] <http://solarkurier.pl/news/160939/innowacyjne-ilustrowane-panele-sloneczne-wideo.html>
- [24] NOWAK W., STACHEL A., Kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne jako źródło energii w małych instalacjach cieplnych i elektroenergetycznych, Elektro-innowacje, nr 4, 2016, str. 55-64
- [25] [www.odnawialnezrodlaenergii.pl/energia-sloneczna-aktualnosci/item/3262-slascy-naukowcy-pracuja-nad-nowa-generacja-ogniw-fotowoltaicznych](http://www.odnawialnezrodlaenergii.pl/energia-sloneczna-aktualnosci/item/3262-slascy-naukowcy-pracuja-nad-nowa-generacja-ogniw-fotowoltaicznych)
- [26] <http://ioze.pl/energetyka-wiatrowa/aktualnosci/w-arizonie-stanie-najwieksza-solarna-wieza-swiata>
- [27] [www.enviromission.com.au/IRM/content/concept.aspx?RID=303](http://www.enviromission.com.au/IRM/content/concept.aspx?RID=303)
- [28] [http://wyborcza.pl/1,75400,15465562,Amerykianie\\_wybudowali\\_najwieksza\\_elektrownie\\_sloneczna.html?disableRedirects=true](http://wyborcza.pl/1,75400,15465562,Amerykianie_wybudowali_najwieksza_elektrownie_sloneczna.html?disableRedirects=true)
- [29] [www.chip.pl/2013/09/w-kaliforni-uruchomiono-najwieksza-na-swiecie-elektrownie-sloneczna/](http://www.chip.pl/2013/09/w-kaliforni-uruchomiono-najwieksza-na-swiecie-elektrownie-sloneczna/)
- [30] <http://gramwzielone.pl/energia-sloneczna/24070/2017-najlepszym-rokiem-polskiej-fotowoltaiki-4-powody>

**Słowa kluczowe: energia słoneczna, kolektory, fotowoltaika**

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono problem pozyskiwania i wykorzystania energii słonecznej. Przedstawiono podstawy teoretyczne związane z pozyskiwaniem tej energii. Opisano kolektory o różnych parametrach konstrukcyjnych i zasadach działania, jak również przedstawiono problematykę fotowoltaiki. Odniesiono się do przepisów prawnych obowiązujących w UE i w Polsce. Wskazano również innowacyjne rozwiązania w zakresie energetyki słonecznej.