

Kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne dla mieszkańców Hajnówki

Szanowni Państwo,

Miasto Hajnówka przystępuje do przygotowania projektu polegającego na **zakupie i montażu zestawu kolektorów słonecznych i zakupie i montażu zestawu paneli fotowoltaicznych** w budynkach prywatnych zlokalizowanych na terenie Gminy Miejskiej Hajnówka.

W przypadku pozyskania dotacji ze środków Unii Europejskiej planowana jest realizacja inwestycji w 2018 roku. W ramach ww. projektu będzie można uzyskać dofinansowanie ok. 67 % poniesionych kosztów na realizację zakupu i montaż kolektorów słonecznych i/lub paneli fotowoltaicznych. Wysokość wkładu własnego mieszkańców może zostać obniżona i jest uzależniona od wymogów konkursu, w ramach którego jest planowane złożenie wniosku o dofinansowanie. Koszty inwestycji ostatecznie będą znane po zakończeniu procedur przetargowych związanych z wyłonieniem wykonawcy inwestycji.

Warunkiem ubiegania się o dofinansowanie jest złożenie przez zainteresowane osoby czytelnie wypełnionego **kwestionariusza zgłoszeniowego** w Urzędzie Miasta Hajnówka, pok. 220 (II piętro) wraz z niezbędnymi załącznikami:

Załącznik Nr 1 Ankieta wypełniona wyłącznie w pkt. I i II.

Uwaga ! Nie należy wypełniać samodzielnie pkt III.

Załącznik Nr 2 Umowa udziału w projekcie podpisana przez wszystkich współwłaścicieli nieruchomości.

Załącznik Nr 3 Potwierdzenie opłaty zaliczki w wysokości 600,00 zł za wykonanie dokumentacji technicznej instalacji kolektorów słonecznych lub 1000,00 zł za wykonanie dokumentacji technicznej instalacji paneli fotowoltaicznych.

Dodatkowych informacji można uzyskać w pokoju nr 220 lub telefonicznie pod nr tel 85 682 20 16.

UWAGA !

1. Dokumenty nie wypełnione poprawnie lub nieczytelnie nie zostaną przyjęte.
2. W przypadku nie uzyskania przez Gminę Miejską Hajnówka dofinansowania na realizację w/w projektu wykonane na koszt mieszkańców dokumentacje techniczne zostaną zwrócone mieszkańcom.
3. Projekt nie obejmuje kosztów prac związanych z przebudową i dostosowaniem budynku mieszkalnego do potrzeb montażu instalacji.
4. Z projektu są wykluczeni mieszkańcy gminy w budynkach, których jest prowadzona komercyjna działalność gospodarcza.

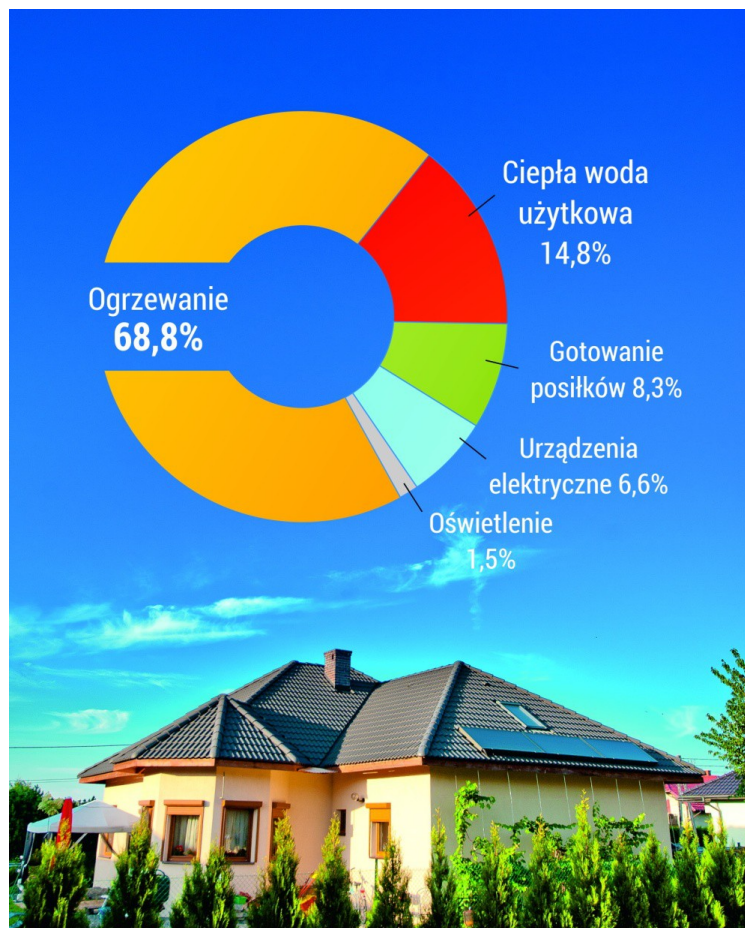
Jerzy Sirak
Burmistrz Miasta Hajnówka

Dlaczego stosować kolektory słoneczne?

Kolektory słoneczne mogą być stosowane praktycznie w każdym obiekcie mieszkalnym i niemieszkalnym, zarówno już istniejącym jak i nowobudowanym. Najkorzystniejsze warunki nasłonecznienia przypadają na okres od kwietnia do września, ale także w pozostałym okresie od jesieni do wiosny można liczyć na przynajmniej częściowe pokrycie potrzeb ciepła i wstępne podgrzanie np. ciepłej wody użytkowej.

Istnieje szereg argumentów przemawiających za celowością zastosowania kolektorów słonecznych. Spośród nich można wyodrębnić 3 ważne powody, które są wspólne dla wszystkich rodzajów budynków:

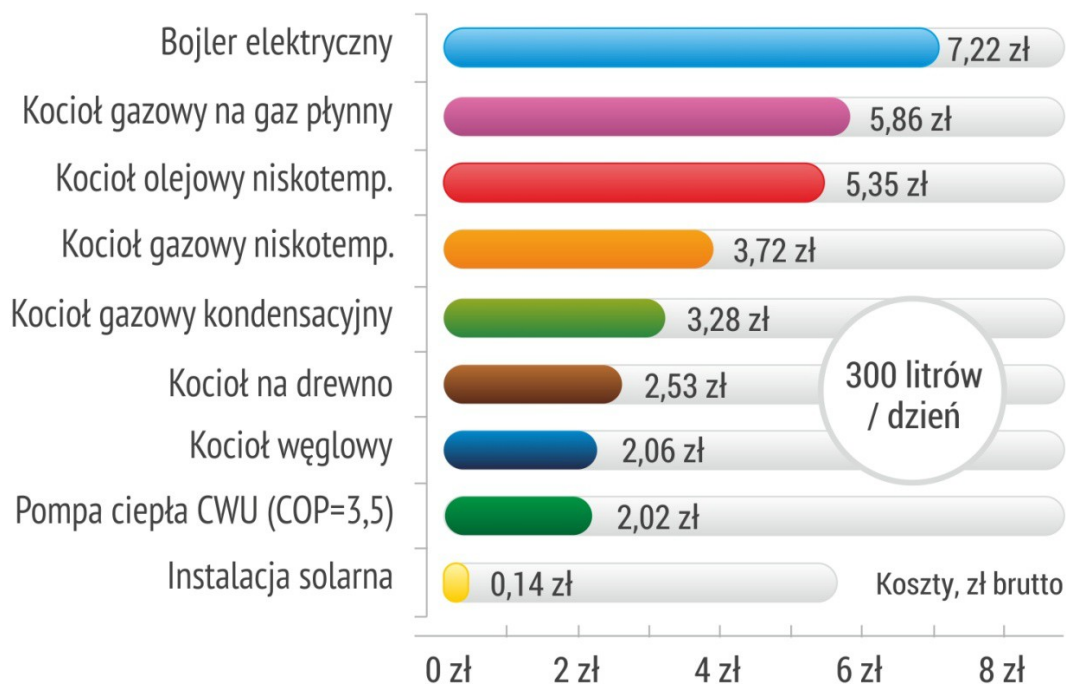
1) Zmniejszenie potrzeb ciepłych budynku i ograniczenie pracy głównego źródła ciepła



Jak wskazują oficjalne dane (raport GUS 2014 dla 4576 obiektów, „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r.”) potrzeby ciepłe stanowią zdecydowanie największy udział w rocznym bilansie energetycznym budynku. Łącznie potrzeby ciepłe ogrzewania pomieszczeń i podgrzewania ciepłej wody użytkowej stanowią blisko 84% całkowitych rocznych potrzeb energetycznych. Tak więc to po stronie ciepła leży największy potencjał w poszukiwaniu oszczędności w budżecie domowych wydatków związanych z zakupem energii. Zastosowanie kolektorów słonecznych przekłada się bezpośrednio na ograniczenie zużycia paliwa lub energii elektrycznej poprzez skrócenie czasu pracy kotła grzewczego, bądź też pompy ciepła.

2) Najniższy koszt wytworzenia ciepła

Praca instalacji solarnej wymaga minimalnych nakładów energii elektrycznej niezbędnej do zasilania pompy obiegowej i sterownika. Praca pompy obiegu solarnego wiąże się z zużyciem około 10÷30 W energii elektrycznej. Przykładowo instalacja solarna złożona z 3 kolektorów płaskich KS2100 TLP AC o łącznej powierzchni czynnej 5,4 m² może w korzystnych warunkach pracy osiągać moc cieplną około 4 kW (wg certyfikatu Solar Keymark dla nasłonecznienia 1000 W/m², różnica temperatury pomiędzy 10 i 30 K). Pobór energii elektrycznej przez pompę obiegową tzw. elektroniczną zabudowaną w zespole [ZPS 18e-01 ECO](#) nie powinien przekraczać wówczas 20 W. Jeżeli więc zastosować tu taką definicję efektywności COP jak dla pomp ciepła (zależnie od typu pompy ciepła i warunków pracy zwykle do maksymalnie 5,0), to efektywność COP dla instalacji solarnej wyniosła by 200 (4.000/20) co jest wartością nieosiągalną dla innych źródeł ciepła. Najniższe koszty wytwarzania ciepła przez kolektory słoneczne, w praktyce mogą oznaczać np. najniższe koszty podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Tak więc podgrzanie 300 litrów wody użytkowej od 10 do 45°C w przypadku instalacji solarnej będzie kosztowało kilka- a nawet kilkadziesiąt razy mniej niż z innego źródła ciepła.



3) Najwyższy efekt ekologiczny

Kolektory słoneczne należą do ścisłej czołówki urządzeń grzewczych pod względem efektu ekologicznego. Dotyczy to zarówno ich produkcji, jak i późniejszej utylizacji, ale przede wszystkim – bieżących efektów pracy. Nakłady energii i surowców na produkcję kolektora słonecznego zwracają się w okresie jego 2-3 lat eksploatacji. Po zakładanym minimum 25-letnim okresie eksploatacji, materiały z którego został zbudowany kolektor słoneczny można poddać recyklingowi. Praca instalacji solarnej wymaga minimalnego zużycia energii elektrycznej, a ograniczenie wytwarzania ciepła w budynku bezpośrednio ogranicza uciążliwą niską emisję zanieczyszczeń do atmosfery, poprawiając lokalną jakość powietrza. Przykładowo mała instalacja solarna złożona z 3 [kolektorów płaskich KS2100 TLP AC](#) pozwala ograniczyć zmniejszyć rocznie emisję zanieczyszczeń: o około 26 kg tlenku węgla, o około 11 kg dwutlenku siarki i o około 7 kg pyłów. Praca instalacji solarnej ogranicza o około 1.100 kg emisję dwutlenku węgla, co jest porównywalne z efektem „pracy” około 130 dorosłych drzew.



= 130 drzew

- 1.100 kg/rok CO₂
- 26 kg/rok CO
- 11 kg/rok SO₂
- 1,3 kg/rok NO_x
- 7,1 kg/rok pyłu
- 8 g/rok benzo(a)piren



Rodzaje kolektorów słonecznych, ich główne zalety i wady					
PŁASKIE CIŚNIENIOWE		PRÓŻNIOWE (RÓRWE)		PŁASKIE BEZCIŚNIENIOWE (DRAIN BACK)	
zalety	wady	zalety	wady	zalety	wady
- wysoka sprawność latem; - wysoka odporność na warunki atmosferyczne i uszkodzenia mechaniczne	- niewielka efektywność w miesiącach zimowych i pochmurne dni; - przegrzewanie się systemu latem;	- wyższa sprawność urządzenia zimą i w pochmurne dni;	- przegrzewanie się systemu latem; - cena;	- odporność na przegrzewanie się latem;	- niewielka efektywność w miesiącach zimowych i pochmurne dni;

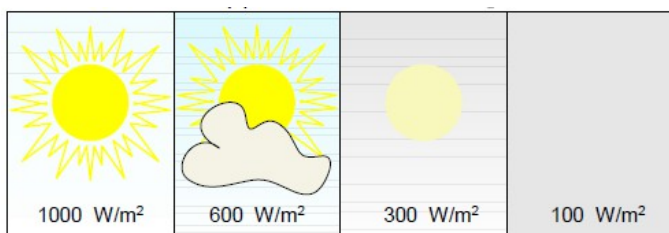
Technologia PV

– moduły fotowoltaiczne

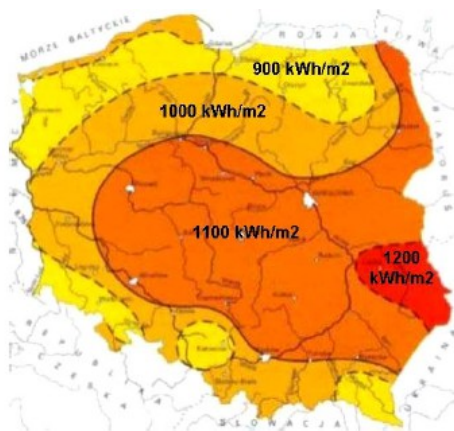
Wytwarzanie energii elektrycznej przy wykorzystaniu fotowoltaiki nie obciąża środowiska tak jak technologie korzystające z paliw kopalnych, a nieskomplikowana instalacja i możliwość kierowania nadwyżek energii elektrycznej do sieci energetycznej decydują o coraz większym zainteresowaniu tą technologią w kontekście zasilania budynków.

Potencjał odnawialnych źródeł energii elektrycznej w Polsce

W aspekcie wykorzystania energii promieniowania słonecznego należy zwrócić uwagę na dwa podstawowe parametry je określające: usłonecznienie oraz napromieniowanie. Usłonecznienie to liczba godzin słonecznych w ciągu roku na danym terytorium. Napromieniowanie określa ilość energii promieniowania docierającego do danego obszaru i podawane jest z reguły w kWh/m². W ciągu roku na 1 m² powierzchni Ziemi dociera średnio ok. 1000 kWh energii promieniowania słonecznego, a wartość ta zależy głównie od zachmurzenia. (rys. 1). Rozkład napromieniowania w Polsce przedstawia rys. 2.



Rysunek 1. Moc promieniowania słonecznego w zależności od stopnia zachmurzenia



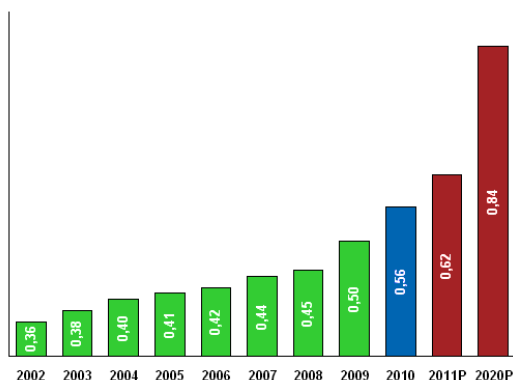
Rysunek 2. Rozkład ilości promieniowania słonecznego na obszarze Polski

Polska leży w strefie klimatu umiarkowanego między 49 a 54,5° szerokości geograficznej północnej. Godzin dziennych (czas od wschodu do zachodu Słońca) jest ponad 51% przy 8544 godzinach w całym roku. Największe roczne nasłonecznienie – ok. 80% – występuje od kwietnia do września. W czerwcu dzień trwa średnio przez 70% doby, natomiast w grudniu tylko 30%. Sytuacja ta nieznacznie różni się w różnych obszarach Polski. Na północy godzinyienne obejmują 71,5% czerwca, w centrum 69%, a na południu 67%. W grudniu natomiast sytuacja znacznie się zmienia: na północy 29,5%, w centrum 31,7%, a na południu 34,7%. Energia promieniowania słonecznego wykorzystywana jest od wielu lat do przygotowywania ciepłej wody użytkowej, i na potrzeby centralnego ogrzewania oraz do produkcji energii elektrycznej.

Prognozy rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce

Produkcja energii elektrycznej w naszym kraju w większości bazuje na węglu kamiennym i brunatnym, w mniejszym stopniu na ropie naftowej i gazie ziemnym, a w minimalnym na OZE. Mamy ok. 3,7 MWp mocy zainstalowanej (wg stanu na 31 marca 2014 r.), podczas gdy w Niemczech potencjał energetyczny z fotowoltaiki wynosi ponad 30 GWp. Zasoby energetyczne z paliw kopalnych są źródłami wyczerpalnymi, a ich wykorzystywanie powoduje znaczne zanieczyszczenie środowiska i pogłębia efekt cieplarniany spowodowany emisją CO₂. Ponadto stale rośnie zużycie energii elektrycznej oraz jej cena (Rys. 3).

Ceny prądu w Polsce

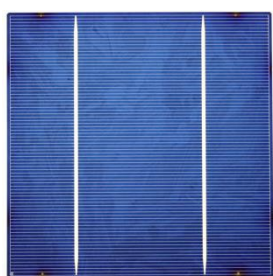


Rys.3. Cena w złotych za 1 kWh dla gospodarstwa domowego (taryfa G-11) w Polsce w latach 2002-2020

W związku z tym w interesie Polski jest jak najszybsze podjęcie działań określających plan oszczędności energii elektrycznej oraz wykorzystywanie do jej produkcji odnawialnych źródeł. Ze względu na powyższe, nie tylko Polska, ale wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej mają obowiązek zastosować się do wprowadzonej 23 kwietnia 2009 r. dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dyrektywa ta jest głównym dokumentem regulującym kwestie związane z wykorzystaniem OZE. Wg jej zapisów Polska powinna zapewnić 15-proc. udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. Ponadto każde państwo członkowskie do 2020 r. ma obowiązek redukcji emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 20% w porównaniu z rokiem 1990 oraz zwiększenia efektywności wykorzystania energii o 20%. Zapisy Dyrektywy 2009/28/WE wymagają także od Polski, aktualizacji zapisów Ustawy Prawo Energetyczne, a mianowicie wprowadzenie tzw. Ustawy o OZE. Ustawa ta miała wejść w życie w 2009 r., jednak prace nad jej treścią nadal trwają, a jej ostateczna wersja ma zostać uchwalona najwcześniej w 2015 r. We wrześniu 2013 r. wszedł w życie tzw. mały trójpak energetyczny. Przepisy te umożliwiają m.in. osobom fizycznym – Prosumentom – montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii (tj. instalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW), a następnie produkcję energii elektrycznej na własne potrzeby oraz sprzedaż nadwyżek bez zbędnych formalności. Dokonano też zmian w Prawie budowlanym – nie jest już wymagane pozwolenie na budowę dla robót polegających na montażu urządzeń fotowoltaicznych o zainstalowanej mocy do 40 kW i – oraz w Prawie Energetycznym – Prosumenci zostali zwolnieni z wymogu uzyskania koncesji na potrzeby produkcji energii elektrycznej. W związku z tym jedynym dokumentem, jaki należy wypełnić i złożyć w miejscowym zakładzie energetycznym wraz z kompletem załączników (temat ten zostanie rozwinięty w kolejnych artykułach), jest zgłoszenie przyłączenia mikroinstalacji.

Technologie produkcji modułów fotowoltaicznych

W procesie wytwarzania energii elektrycznej ze Słońca należy zastosować moduły fotowoltaiczne – nie można ich mylić z kolektorami słonecznymi produkującymi energię ciepłą. W ramach produkcji modułów fotowoltaicznych wyróżniamy technologię krzemową – I generacja oraz technologię cienkowarstwową – II i III generacja. W zależności od wyboru technologii (rys. 4) osiągnąć można różne poziomy sprawności (tabela 1). Sprawnością określa się ilość energii elektrycznej w Wp (watt peak), jaka może zostać wyprodukowana z 1 m² ogniwa fotowoltaicznego. Jest ona określana w znormalizowanych warunkach STC (Standard Testing Conditions): przy temperaturze modułu 25°C, natężeniu promieniowania 1000 W/m² i widmie promieniowania 1,5.



Ogniwo polikrystaliczne



Ogniwo monokrystaliczne



Ogniwo z tellurku kadmu CdTe



Ogniwo CIGS wykonane z mieszaniny półprzewodników takich jak miedź, ind, gal, selen

Przy

Rysunek 4. Wybrane technologie wykonania ogniw fotowoltaicznych.

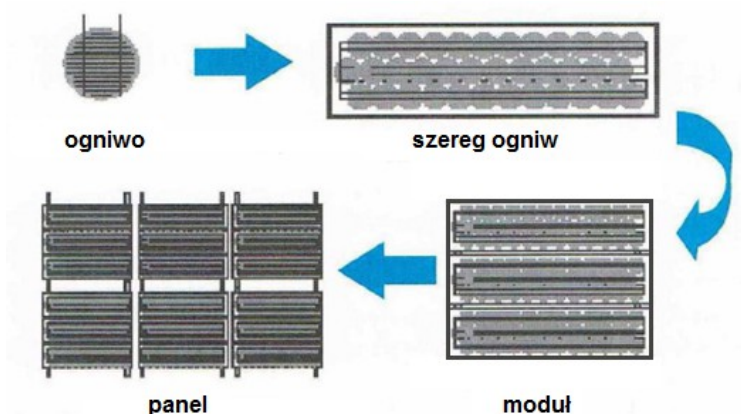
Tabela 1. Sprawność modułów fotowoltaicznych

Technologia	Cienkowarstwowe			Krystaliczne	
Sprawność w STC	Tellurek kadmu (CdTe)	CIGS	Krzem amorficzny	Monokrystaliczne	Polikrystaliczne
	10-11%	9-13%	5-8%	15-18%	12-17%

omawianiu technologii produkcji należy też wymienić moduły wytwarzane z zastosowaniem związków organicznych czy polimerów oraz moduły hybrydowe – heterozłączowe. Są one jeszcze w fazie badań i nie mają zastosowania komercyjnego, głównie z powodu wysokich kosztów produkcji. Największy udział w produkcji światowej mają moduły wytwarzane z wykorzystaniem ogniw krzemowych – głównie krzemu polikrystalicznego. Technologia ta oferuje najlepszy stosunek sprawności do ceny, lepszy niż w przypadku modułów cienkowarstwowych. Stale prowadzone są badania w celu wzbogacenia struktury ogniw i zwiększenia ich sprawności.

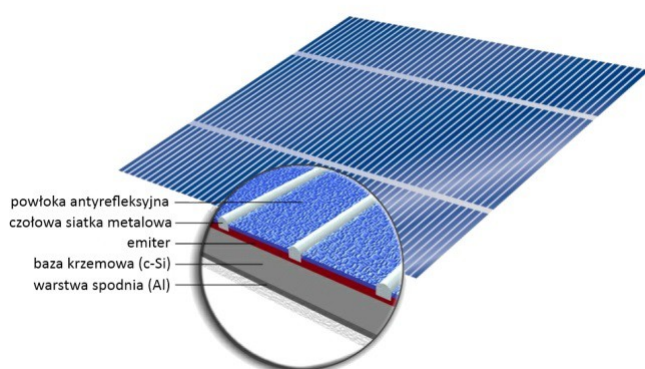
Moduły na bazie ogniw krzemowych

wykonywane są z krzemu oraz dodatków półprzewodnikowych GaAs (arsenek galu) i CdTe (tellurek kadmu). Ogniwa te mają kształt płytek o wymiarach ok. 140×140 mm i grubości 200–500 μm. Pojedyncze ogniwo krystaliczne wytwarza moc ok. 4 W. W celu zwiększenia mocy wyjściowej łączy się je w szeregi, a te w moduły i następnie w panele (rys. 5). Ogniwa wytwarzają napięcie stałe i w zależności od sposobu połączenia – szeregowo lub równolegle – zwiększa się ich napięcie wyjściowe lub wydajność prądową. W strukturze krzemowego ogniwa fotowoltaicznego



Rysunek 5. Ogniwo, moduł, panel i bateria fotowoltaiczna

(rys. 6) wyróżniamy następujące warstwy: obszar typu p (tzw. baza) mający nadmiar elektronów dodatnich, obszar typu n (tzw. emiter) mający nadmiar elektronów ujemnych i jednowarstwowa lub wielowarstwowa powłoka antyrefleksyjna chroniąca powierzchnię emitera, metalowa siatka na górnej i dolnej powierzchni służąca do przenoszenia wytworzonego ładunku elektrycznego, aluminiowa warstwa spodnia chroniąca ogniwo przed uszkodzeniami mechanicznymi. Na moduł krzemowy składa się od kilkunastu do kilkudziesięciu ogniw, tym samym powierzchnia takiego modułu wynosi $\sim 1,7\text{m}^2$.



Rysunek 5. Przekrój krzemowego, krystalicznego ogniwa słonecznego

Wśród **modułów cienkowarstwowych** wyróżniamy technologie II generacji – moduły amorficzne na bazie krzemu oraz III generacji – z mieszaniny związków półprzewodnikowych. Moduły te wykonywane są poprzez napyłanie warstwy związków półprzewodnikowych na różnego rodzaju materiały, sztywne lub elastyczne, której grubość nie przekracza zazwyczaj 2 mm. Gotowy wyrób ma standardowo postać prostokąta o powierzchni nie większej niż 2 m² lub dostosowany jest do wymagań odbiorcy, a jego moc to 150–200 W. Moduły wykonywane są także w postaci elastycznych materiałów dostosowujących się do podłoża, na którym zostaną zainstalowane, o grubościach mierzonych w μm. Technologia cienkowarstwowa wykorzystywana jest głównie w nowoczesnym budownictwie i tam, gdzie znaczenie ma wzornictwo.

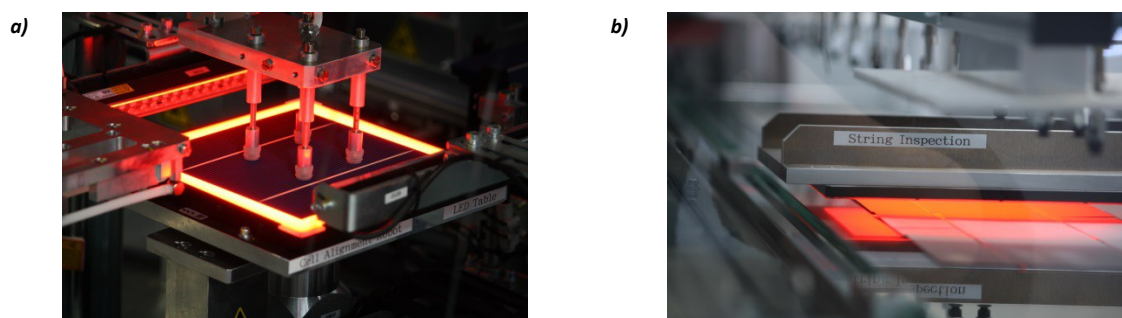
Na rys. 4 pokazano przykładowe ogniwa wykonywane w tej technologii – z tellurku kadmu oraz z mieszaniny półprzewodników, tzw. CIGS.

Zjawisko fotowoltaiczne

Wytwarzanie energii elektrycznej z ogniw opiera się na zjawisku fotowoltaicznym zachodzącym w ich strukturze i jest takie same dla modułów krystalicznych i cienkowarstwowych. Pod wpływem promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię ogniw od strony półprzewodnika typu n generowane są pary dziura – elektron. Napięcie dyfuzyjne, występujące pomiędzy warstwami p i n, rozkłada następnie te ładunki, powodując powstanie na jego elektrodach wyjściowych (anodzie i katodzie) różnicę potencjałów. Po dołączeniu odbiornika zaczyna płynąć prąd elektryczny o wartości zależnej od ilości równolegle podłączonych ogniw.

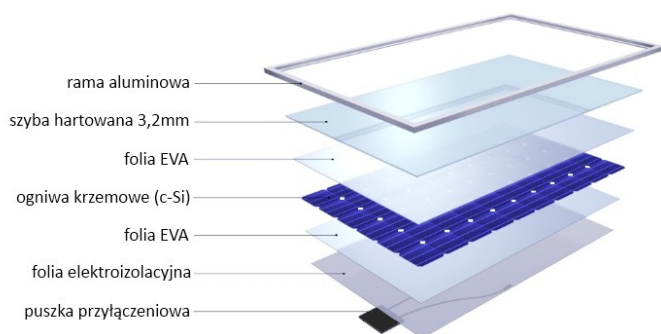
Budowa modułu fotowoltaicznego

Analizując budowę przykładowego modułu SV60P oraz proces jego produkcji w Zakładzie Fotowoltaicznym SELFA GE S.A., wyróżnić można kilka etapów (fot. 1). W pierwszym etapie produkcji pojedyncze, wyselekcjonowane wcześniej ogniw układane są w dziesięcioelementowe szeregi. Szeregi te łączone są metodą bezstykowego lutowania na całej powierzchni busbarów, co jest pierwszym i najważniejszym etapem produkcji – to od niego zależy jakość przenoszenia ładunków elektrycznych z ogniw i sprawność gotowego wyrobu. Sześć zlutowanych stringów układa się od strony warstwy półprzewodnika n na przygotowaną wcześniej przyrządkową, antyrefleksyjną szybę z ułożoną na niej folią EVA – w trakcie tych czynności ogniw poddawane są dwukrotnej kontroli optycznej w podczerwieni, przed i po procesie lutowania, w celu wykrycia ewentualnych uszkodzeń mechanicznych czy mikropęknięć niewidocznych gołym okiem.



Rysunek 6. Proces produkcji modułów fotowoltaicznych: a) pobieranie ogniw; b) kontrola optyczna stringu.

Folia EVA układana jest również na tylnej części ogniw – od strony półprzewodnika typu p, a na niej następnie układana jest folia elektroizolacyjna. Tak przygotowany produkt trafia do laminatora, w którym przebiega proces zespolenia wszystkich komponentów w jeden produkt. Proces ten jest drugim ważnym etapem produkcji i to od niego zależy odporność modułu na czynniki atmosferyczne, a tym samym jego żywotność. W kolejnym etapie moduł poddawany jest ramowaniu, które przebiega w pełni automatycznie, z równomiernie rozłożonymi siłami docisku na całej długości jego krawędzi bocznych. Rama zapewnia sztywność i wytrzymałość mechaniczną produktu. Na W ostatnim etapie produkcji od spodniej części modułu przymocowywana jest puszka przyłączeniowa z zakończeniami gotowymi do podłączania modułów – konektorami.



Rysunek 7. Budowa modułu fotowoltaicznego

Każdy moduł schodzący z linii produkcyjnej, posiada numer seryjny i poddawany jest w fabryce - na testerze symulującym warunki STC - badaniom określającym ich parametry i charakterystyki elektryczne, wydajność, czy odporność na przebicia. Informacje te przechowywane są w bazie danych firmy. Oferowane produkty posiadają certyfikat VDE - wydany przez niemiecki Instytutu Fraunhofera - gdzie poddane zostały ocenie pod kątem wytrzymałości na obciążenia wywołane np. śniegiem (do 8000 Pa), odporności na uderzenia gradu (kulki lodowe o średnicy 25 mm i masie 7,5 g uderzające z prędkością 23m/s), wpływu zaciemnienia, pracy w zmiennych warunkach wilgotności i nasłonecznienia oraz temperatury.

Parametry pracy modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne mogą zasilать odbiorniki o napięciach stałych 12–48 V lub generować napięcie prądu przemiennego 230/400 V. Żeby uzyskać wskazane wartości napięć, należy zastosować odpowiednie urządzenia współpracujące z modułami, takie jak regulatory, inwertery, akumulatory. Do głównych parametrów elektrycznych modułu fotowoltaicznego, zmierzonych w warunkach

STC, należą:

P_{max} – moc maksymalna,

V_{oc} – napięcie obwodu otwartego,

V_{mpp} – napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

I_{sc} – prąd zwarcia,

I_{mpp} – prąd w punkcie mocy maksymalnej,

% – sprawność konwersji energii w module,

FF – współczynnik wypełnienia,

- współczynniki temperaturowe.

Ich tolerancja jest bardzo ważna dla prawidłowej pracy systemu fotowoltaicznego przy zmiennych warunkach atmosferycznych. Opisują one w jakim stopniu zmienia się moc, napięcia i prądy w modułach PV w zależności od wzrostu bądź spadku temperatury w porównaniu do warunków STC – 25 st. Celsjusza. Współczynnik temperaturowy spadku mocy modułu o wartości -0,40 %/st. Celsjusza uważa się za bardzo dobry.

Czym się kierować przy zakupie modułów fotowoltaicznych?

Podczas rozważania inwestycji w instalację fotowoltaiczną należy przede wszystkim zwrócić uwagę na możliwość późniejszej reklamacji zakupionych produktów. Europejskie rynki są obecnie zalewane przez chińskie produkty wątpliwej jakości, moduły te mają często bardzo niskie uzyski, a także w przypadku ujawnienia wady ukrytej roszczenia gwarancyjne z praktycznego punktu widzenia są niemożliwe do wyegzekwowania od producenta mającego swoją siedzibę w Azji. Obecnie najlepszy stosunek mocy do ceny modułu mają moduły polikrystaliczne, 60 ogniwowe o mocach w przedziale 260 – 275 Wp. Wszyscy producenci modułów oferują podobne warunki gwarancji: 12 lat na wady ukryte produktu oraz 25 letnią gwarancję liniowego spadku mocy modułu. W naszym polskim klimacie bardzo dużą uwagę należy zwrócić na parametry wytrzymałościowe oferowanych produktów. Obecnie spotykane są nawałnice o kuli gradowej przekraczającej średnicę 25 mm, dlatego jak najbardziej słuszne wydaje się być stosowanie paneli o odporności na uderzenie kuli gradowej o średnicę 55 mm oraz o odporności na obciążenie wiatrem i śniegiem 8000 Pa.

Wady i zalety technologii PV

Wytwarzanie energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych niesie ze sobą wiele pozytywnych aspektów. Systemy te są całkowicie przyjazne dla środowiska w trakcie eksploatacji i nie emitują żadnych szkodliwych związków chemicznych. Pracują w kompletnej ciszy, nie przeszkadzając ludziom i zwierzętom, ich konstrukcja jest zwarta i prosta, żywotność wynosi co najmniej 25 lat i podlegają one całkowitemu recyklingowi. Konstrukcja modułów pozwala na ich zintegrowanie z konstrukcją budynku. W typowych instalacjach domowych montowane są na dachach domów w formie prostokątnych pakietów lub komponują się z fasadą budynku. Ze względu na stosunkowo małą sprawność konwersji energii znaczna musi być powierzchnia terenu, na którym mają one zostać zainstalowane – 1 MW instalacji PV zajmuje ok. 2 ha brutto terenu płaskiego. Innym minusem są wciąż stosunkowo wysokie koszty zakupu. Jednak tendencja ta z roku na rok ulega spadkowi – w 2015 roku zanotowano najwyższy roczny spadek cen modułów. W ostatnich miesiącach na terenie polski jest uruchamianych coraz więcej programów gminnych dotujących budowę instalacji fotowoltaicznych dla mieszkańców gmin, dzięki takim programom czas zwrotu inwestycji zostaje znacznie skrócony.

Literatura

1. Pasierb S., Bogacki M., Osicki A., Wojtulewicz J., *Odnawialne źródła energii. Efektywne wykorzystanie w budynkach. Finansowanie przedsięwzięć. Poradnik*, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2010.
2. Zimny J., *Odnawialne źródła energii w budownictwie niskoenergetycznym*, Wyd. I, seria „Problemy Ekoenergetyki i Inżynierii Środowiska”, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2010.
3. www.cire.pl.
4. www.zielonytelefon.eco.pl.
5. www.stat.gov.pl.

Rys. 1. Rozkład uśłonecznienia na obszarze Polski

Pasierb S., Bogacki M., Osicki A., Wojtulewicz J., *Poradnik. Odnawialne źródła energii. Efektywne wykorzystanie w budynkach. Finansowanie przedsięwzięć*. Katowice : Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, 2010.

Rys. 2. Moc promieniowania słonecznego w zależności od stopnia zachmurzenia www.cire.pl

Rys. 3. Ceny prądu w Polsce w kolejnych latach / Na podstawie GUSu

Rys. 4. Wybrane technologie produkcji ogniw fotowoltaicznych z różnych stron www.futyma.pl

Rys. 5. Ogniwo, moduł, panel i bateria fotowoltaiczna /

Zimny, Jacek. *Odnawialne źródła energii w budownictwie niskoenergetycznym*. Wyd. I. Akademia Górniczo-Hutnicza. Seria wydawnicza: Problem Ekoenergetyki i Inżynierii Środowiska. Kraków 2010.

Rys. 6. Przekrój krzemowego krystalicznego ogniwa słonecznego: 1 – powłoka antyrefleksyjna, 2 – czołowa siatka metalowa, 3 – emiter, 4 – baza krzemowa (c-Si), 5 – warstwa spodnia (Al) www.futyma.pl

Rys. 7. Budowa modułu fotowoltaicznego SV60P: 1 – mata aluminiowa, 2 – szyba hartowana 3,2 mm, 3 – folia EVA, 4 – ogniwa krzemowe (c-Si), 5 – folia EVA, 6 – folia elektroizolacyjna, 7 – puszka przyłączeniowa www.buenosol.pl/

Fot. 1. Proces produkcji modułów fotowoltaicznych: a) pobieranie ogniw, b) kontrola optyczna stringu / opracowanie własne