



„Jak działa i z czego składa się instalacja fotowoltaiczna”



Projekt jest realizowany dzięki grantowi finansowemu z Funduszu Naturalnej Energii. Organizatorem konkursu jest Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A., a Partnerem Konkursu jest Fundacja „Za górami, za lasami”.

„Jak działa i z czego składa się instalacja fotowoltaiczna”

Co to jest fotowoltaika?

Fotowoltaika to technologia, która umożliwia pozyskiwanie energii ze słońca, tzw. „zielonej energii ze słońca” i zamianę tej energii na energię elektryczną.



Jak jest zbudowany i jak działa system fotowoltaiczny?

Na instalację fotowoltaiczną składa się kilka elementów, które współpracując sprawiają, że „zielona energia ze słońca” trafia do naszych gniazdek:

- Panele fotowoltaiczne lub panele słoneczne - składają się z ogniw fotowoltaicznych, w których zachodzi zjawisko fotowoltaiczne.
- Licznik dwukierunkowy - mierzy przepływ prądu i umożliwia rozliczenie ilości wyprodukowanej przez nas energii i tej pobranej.
- Falownik - jego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego (produkowanego przez panele fotowoltaiczne) na prąd zmienny, a więc taki, który wykorzystujemy w naszych domach.
- Instalacja uziemiająca i odgromowa – zabezpiecza instalację fotowoltaiczną przed uszkodzeniem na skutek wyładowań atmosferycznych
- Zabezpieczenia przeciwporażeniowe i przeciwzwarceniowe w instalacji – jej zadaniem jest zabezpieczenie instalacji przed skutkami ewentualnych zwarczeń oraz zabezpieczenie użytkowników przed ewentualnym porażeniem prądem,
- Akumulator – może być wykorzystany do gromadzenia nadmiaru wyprodukowanej przez panele fotowoltaiczne energii;
- Przewody i kable instalacyjne.



Jak działa instalacja fotowoltaiczna?

Działanie instalacji fotowoltaicznej można przedstawić w kilku krokach:

1. Światło słoneczne pada na ogniwa fotowoltaiczne, z których zbudowane są panele
2. Zachodzi zjawisko fotoelektryczne, a więc światło słoneczne przekształcane jest w prąd stały. Sprawność zjawiska zależy od struktury ogniwa fotowoltaicznego, miejsca, w którym są panele i warunków środowiskowych.
3. Prąd stały zamieniany jest w falowniku na prąd zmienny.
4. Prąd zmienny płynie do gniazdek i zasila sprzęty domowe.
5. W przypadku wyprodukowania zbyt dużej ilości energii prąd płynie ona do sieci elektrycznej, a prosument (użytkownik posiadający instalację fotowoltaiczną – jest on zarazem producentem jak i konsumentem energii elektrycznej) może później skorzystać z jej w 70-80%. Istnieje również możliwość magazynowania nadmiaru energii w akumulatorach. Z kolei gdy ilość wyprodukowanej energii jest zbyt mała prąd pobierany jest z sieci. Żeby ilość produkowanego prądu była odpowiednia, w trakcie planowania montażu należy dokładnie obliczyć moc instalacji fotowoltaicznej oraz zapotrzebowanie budynku na moc.



Źródło: <https://stiloenergy.pl/fotowoltaika-co-to-jest/>

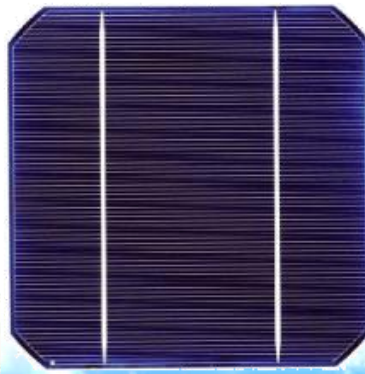
Jak zbudowane są panele fotowoltaiczne? Jak na rynku można spotkać rodzaje paneli fotowoltaicznych?

Panele fotowoltaiczne zbudowane są z połączonych ze sobą modułów, które składają się z tzw. ogniw fotowoltaicznych (fotoogniw). Pod wpływem oddziaływującego na nie promieniowania słonecznego generują one napięcie elektryczne z wykorzystaniem zjawiska fotowelektrycznego. Polega ono na tworzeniu nośników ładunku elektrycznego w wyniku absorpcji promieniowania słonecznego przez półprzewodnik. Prowadzi to do przepływu prądu stałego proporcjonalnego do mocy promieniowania padającego na ogniwo. Fotoogniwa produkowane są na z materiałów półprzewodnikowych takich jak: krzem (Si), german (Ge) czy selen (Se).

Na rynku jest dostępne kilka generacji paneli fotowoltaicznych:

- **Ogniwa I generacji** – oparte na kryształach krzemu, dostępne najdłużej, najlepiej znane, w związku z tym najpowszechniej stosowane. Ich konstrukcja opiera się o złącze P-N. Są one wytwarzane jako:
 - monokrystaliczne – czyli całe ogniwo jest wykonane z dużego monolitycznego kryształu krzemu.
 - polikrystaliczne – wykonane z krzemu, który wykryzalizował w małe kryształki i został pocięty.

Sprawność tych ogniw na ogół nie przekracza 20%.



Ogniwo polikrystaliczne
(pc-Si)

Ogniwo monokrystaliczne
(mc-Si)

Ogniwo amorficzne
(a-Si)

Rodzaje paneli fotowoltaicznych I generacji

Źródło: <https://fotowoltaika.pm/panele/>

- **Ogniwa II generacji** – ogniwa cienkowarstwowe - charakteryzują się tym, że warstwa aktywna, produkująca prąd, jest sto razy cieńsza od płytki krzemowej (ok. 1-3 mikrometrów). Są tańsze od ogniw fotowoltaicznych I generacji, jednak mają zdecydowanie niższą sprawność – średnio na poziomie poniżej 10% (max 15%). Podobnie jak ogniwa fotowoltaiczne I generacji, opierają się na złączu P-N, jednak surowca innego niż krzem. Technologie produkcji ogniw fotowoltaicznych drugiej generacji wykorzystują takie materiały jak tellurek kadmu (Cd-Te), mieszaniny półprzewodników (miedzi, indu, falu, selenu – CIGS), krzem amorficzny (krzem wykryształizowany).



Ogniwo amorficzne

Ogniwo CdTe

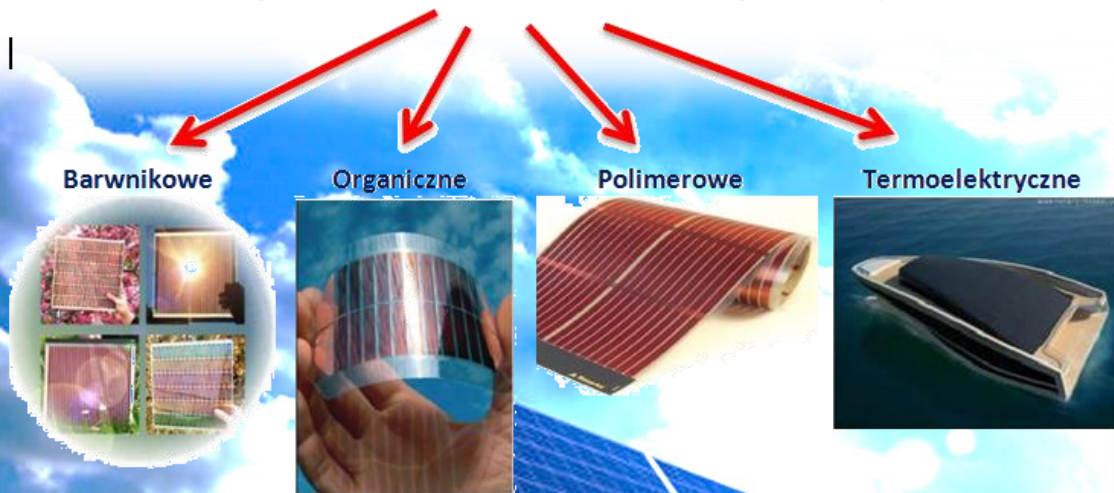
Ogniwo CIGS

Moduły fotowoltaicznej II generacji

- **Ogniwa III generacji** – są ogniwami pozbawionymi złącza P-N. Do tej grupy można zaliczyć wiele technologii. Najbardziej zaawansowane prace prowadzone są nad ogniwami barwnikowymi (bazującymi na zjawisku fotosyntezy) oraz ogniwami z wykorzystaniem polimerów organicznych. Zaletą ogniw barwnikowych jest niewielka wrażliwość na zmianę temperatury, wadą natomiast ich krótsza żywotność ze względu na konieczność użycia ciekłego elektrolitu. Z kolei w przypadku ogniw organicznych do ich produkcji wykorzystywane są materiały półprzewodnikowe: polimery, oligomery, dendrymery. W tego typu materiałach

podczas absorpcji promieniowania dochodzi do powstawania par związanych ze sobą ładunków o przeciwnych biegunach. Zaletami ogniw III generacji są niskie koszty oraz nieskomplikowana produkcja, natomiast główną wadą jest bardzo niska sprawność (na poziomie kilku %).

Ogniwa fotoelektryczne III generacji



Moduły fotowoltaiczne III generacji

Jaka jest odporność paneli fotowoltaicznych na warunki atmosferyczne? Jak panele pracują w ciągu roku?

Panele fotowoltaiczne dobrej jakości są w stanie latami dostarczać prąd, znosząc wysokie temperatury latem, mrozy zimą, silne wiatry oraz silne opady deszczu i gradu.

Od 70 do 80% energii słonecznej pochodzącej od paneli fotowoltaicznych produkowanych jest w okresie od kwietnia do września, jednak niskie temperatury panujące zimą wcale nie mają negatywnego wpływu na ich sprawność. Fotowoltaika do sprawnego działania potrzebuje promieni słonecznych, a nie ciepła, a wiatr czy niskie temperatury chłodzą moduły, co korzystnie wpływa na ich efektywność.

A co w przypadku gradu? Producenci pokrywają panele warstwą szkła hartowanego o grubości 3-4 mm, co sprawia, że są znacznie bardziej odporne na warunki atmosferyczne, w tym padający grad. Co więcej, panele fotowoltaiczne pochodzące od znanych producentów podlegają testom. Fotowoltaika powinna spełniać międzynarodowe standardy IEC 61215 potwierdzające, że instalacja jest odporna na gradobicie o średnicy 25 mm, które spadają z prędkością 23 m/s. By zniszczyć panel fotowoltaiczny, trzeba by w niego uderzyć z dużą siłą kamieniem o średnicy porównywalnej do ludzkiej pięści.



Z kolei deszcz połączony z dużym zachmurzeniem na ogół ogranicza wydajność paneli fotowoltaicznych ze względu na brak światła słonecznego. Jednak opady mogą mieć pozytywny wpływ na moduły, ponieważ oczyszczają je z nagromadzonych zabrudzeń, takich jak pył czy smog. Większy problem stanowi śnieg. W celu swobodnego spadku śniegu z powierzchni paneli montuje się je pod kątem ok. 30-40 stopni. Zdarzają się jednak sytuacje, że śnieg nie spadnie pod wpływem grawitacji. Wówczas trzeba go delikatnie usunąć, zanim stopnieje, ponieważ warstwa 2-3 cm śniegu może obniżyć sprawność paneli nawet o kilkadziesiąt procent. 10-centymetrowa warstwa to spadek efektywności prawie do zera. Ale niekiedy moduły fotowoltaiczne mogą w same się oczyścić ze śniegu. Wystarczy, że mały fragment modułu będzie odsłonięty, to dzięki promieniowaniu słonecznemu cała powierzchnia będzie powoli się nagrzewać, co poskutkuje roztopieniem i zsunięciem się śniegu. Na etapie produkcji ponadto przeprowadza się testy wytrzymałości paneli na silny wiatr i huragan. Zgodnie z normami, odpowiednio zamocowane panele powinny wytrzymać wicher do 130 km/h. Należy jednak pamiętać, iż wiatr który jest w stanie wyrwać drzewa z korzeniami, czy zerwać dach, może również uszkodzić moduły fotowoltaiczne.



Ponadto bezpieczeństwo samej instalacji, jak również obiektu, na którym jest zamontowana instalacja przed wyładowaniami atmosferycznymi zapewnia dobrze wykonana instalacja odgromowa.

Jakie są korzyści z użytkowania instalacji fotowoltaicznych?

Korzyści z użytkowania instalacji fotowoltaicznej jest bardzo wiele. Najważniejsze z nich to:

- **Niższe rachunki za prąd** – część albo cała energii potrzebna do zasilania instalacji domowej pochodzi ze słońca;
- **Niezależność od dostawcy prądu** – energia dostępna nawet przy brakach zasilania z sieci energetycznej - podczas słonecznych dni energia jest produkowana przez panele fotowoltaiczne, ta energię można magazynować w akumulatorach i korzystać z niej gdy zaistnieje potrzeba;
- **Niewyczerpalne źródło energii** – energia jest dostępna cały czas jak słońce świeci;



**PŁAĆ MNIEJ
ZA RACHUNKI**



**PODŁĄCZ SIĘ DO
CZYSTEJ ENERGII**



**CHROŃ SIEBIE
PRZED ROSNĄCYMI
CENAMI ENERGII**



**ZWIĘKSZ
WARTOŚĆ RYNKOWĄ
SWOJEGO DOMU**

Źródło: <https://sunsol.pl/finansowanie/zysk-z-instalacji-fotowoltaicznej/>

- **Ekologia** - fotowoltaika opiera się wyłącznie na odnawialnym źródle energii, jakim jest promieniowanie słoneczne, a wskutek jej działania nie zostają wytworzone żadne związki ani gazy cieplarniane;
- **Bezobsługowość instalacji** – instalacje fotowoltaiczne są bezobsługowe;
- **Możliwość współpracy z siecią energetyczną** – nadmiar energii może być przesyłany do sieci, a w przypadku pochmurnych dni do zasilania instalacji domowej można wykorzystywać energię elektryczną z sieci energetycznej.

Gdzie i w jaki sposób można montować instalację fotowoltaiczną?

Panele fotowoltaiczne montuje się głównie na dachu lub na gruncie, tak aby skierować je w kierunku południowym i maksymalnie wykorzystać nasłonecznienie. Montaż instalacji fotowoltaicznej powinien zostać poprzedzony przynajmniej zdroworozsądkową analizą zacienienia i możliwości uniknięcia jego wpływu na instalację fotowoltaiczną. Dachy skierowane na południe są optymalnym, ale nie jedynym miejscem gdzie montuje się instalacje fotowoltaiczne. W Polsce wydajność paneli fotowoltaicznych jest największa gdy są skierowane na południe (z możliwym odchyleniem do 30°) pod kątem ok. 30-60°. Dlatego optymalnym rozwiązaniem jest zainstalowanie paneli fotowoltaicznych na skośnym dachu. Wysiężniki, ogrodzenia i dachy płaskie również nadają się pod montaż instalacji. Jednakże aby instalacja mogła pracować prawidłowo, nie powinna być umieszczona zbyt nisko. Instalacja umieszczona zbyt nisko będzie zacieniona w godzinach rannych i wieczornych, przez co będzie generować nieznacznie mniej energii. Dlatego instalacje fotowoltaiczne naziemne powinny podnieść się na wysokość około 1,5 – 2,5 m.



Od czego jest uzależniona możliwa moc instalacji fotowoltaicznej?

Moc instalacji fotowoltaicznej jest zależna od kilku czynników:

- zapotrzebowania na moc przez odbiorcę,
- wielkości dachu lub wielkości wolnego gruntu,
- ekspozycji powierzchni dachu względem słońca,
- kąta nachylenia dachu, zacienień.

Jeżeli warunki są mniej sprzyjające, np. występuje zacienienie lub dach skierowany jest na wschód i zachód, to należy dobrać większą moc instalacji, aby pokryła ona określone zapotrzebowanie na energię elektryczną.



Skomplikowany dach uniemożliwia montaż efektywnej instalacji fotowoltaicznej.



Dobrze zaprojektowany dach to gwarancja wysokich uzysków z instalacji fotowoltaicznej.

Źródło: <https://bisonenergy.mojabudowa.pl/>

Jak obliczyć potrzebną moc paneli fotowoltaicznych?

Podstawą obliczenia mocy paneli fotowoltaicznych jest znajomość zużycia energetycznego w swoim gospodarstwie domowym w ciągu całego roku. Mając ta informacje stosujemy jeden z dostępnych w internecie wzorów.

Innym sposobem wyznaczenia mocy paneli fotowoltaicznych jest skorzystanie z dostępnych w internecie kalkulatorów, gdzie wpisujemy



wartości zużywanego energii i otrzymujemy wartości przeliczonej mocy instalacji fotowoltaicznej.

Najprostszym jednak sposobem wyznaczenia mocy projektowanej instalacji fotowoltaicznej jest zgłoszenie się do przedstawiciela firmy zajmującej się montażem instalacji. Taka osoba dokładnie doradzi, przedstawi odpowiednie obliczenia, uwzględniając przy tym miejsce usytuowania całej instalacji. W ten sposób również można uzyskać informacje odnośnie całkowitego kosztu zakupu i montażu instalacji.

Na co zwrócić uwagę przy montażu paneli fotowoltaicznych?

Pierwszą kwestią, którą należy wziąć pod uwagę decydując się na użytkowanie paneli fotowoltaicznych w swoim domu jest wybór odpowiedniej firmy, której pracownicy dokładnie przedstawią ofertę, profesjonalnie zamontują instalację, a w razie problemów będą świadczyć usługi serwisowe. Zanim jednak podejmiemy ostateczną decyzję dotyczącą montażu instalacji należy podjąć decyzję odnośnie:

- Technologii wykonania instalacji;
- Konstrukcji montowanych paneli.

Ile kosztuje fotowoltaika?

Głównymi czynnikami mającymi wpływ na cenę instalacji fotowoltaicznej są rozmiary tej instalacji, wydajność oraz jakość poszczególnych elementów. Ważnym czynnikiem jest również miejsce zamontowania paneli; dach budynku lub wydzielony obszar w pobliżu budynku. Dlatego trudno jednoznacznie oszacować kosztów instalacji całej instalacji. Na cenę całej instalacji ma również cena samych paneli. Należy pamiętać, iż inwestując w dobry jakościowo sprzęt można uzyskać bardzo wydajną instalację o wymiennych parametrach.



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Decydując się na zamontowanie instalacji fotowoltaicznej należy również pamiętać, iż można starać się o dofinansowanie na ten cel. Możliwości jest bardzo dużo. W zależności od programu, dostępne są pożyczki lub dofinansowania bezzwrotne. Do najbardziej znanych programów można zaliczyć:

- Mój prąd,
- Ulga termomodernizacyjna,
- Agroenergia,
- Czyste Powietrze,
- Energia Plus,
- Różnego rodzaju programy regionalne,
- Inne.



Źródło: <https://www.gov.pl/>



Wybranie odpowiedniej oferty może znacznie zmniejszyć koszt inwestycji, a tym samym skrócić czas, w którym zwrócą się wydane pieniądze. Jednakże przed podjęciem ostatecznej decyzji i ewentualnym wyborem konkretnego programu należy oszacować koszt całej instalacji i przejrzeć dostępne oferty różnych firm na rynku.

Jaki jest okres funkcjonowania instalacji fotowoltaicznej?

Fotowoltaika jest stosunkowo nową dziedziną, dlatego też trudno jest tak naprawdę oszacować jej żywotność. Na rzeczywistą żywotność i funkcjonalność paneli fotowoltaicznych składa się wiele czynników; m.in. dokładności procesu produkcyjnego paneli słonecznych, wady fabrycznych oraz ewentualne uszkodzenia na skutek ekstremalnych warunków atmosferycznych.

Niekiedy żywotność całej instalacji fotowoltaicznej może sięgać nawet dziesiątki lat, znacznie dłużej niż zakłada gwarancja na taką instalację, zwykle wynosząca ok. 20 lat. Oblicza się, że żywotność paneli fotowoltaicznych wysokiej jakości to około 40-50 lat !!!!

Dlaczego żywotność paneli fotowoltaicznych jest tak wysoka? Przede wszystkim dlatego, że ich konstrukcja jest stosunkowo prosta i solidna. W ich wnętrzu nie znajdują się żadne delikatne elektroniczne komponenty, a cała obudowa jest dosyć wytrzymała. Warto również pamiętać, że panele fotowoltaiczne nie są zbyt narażone na uszkodzenia mechaniczne. Jeżeli instalacja zostanie prawidłowo zamontowana, a warunki atmosferyczne nie będą ekstremalne, nasze panele słoneczne będą pracować naprawdę długo.

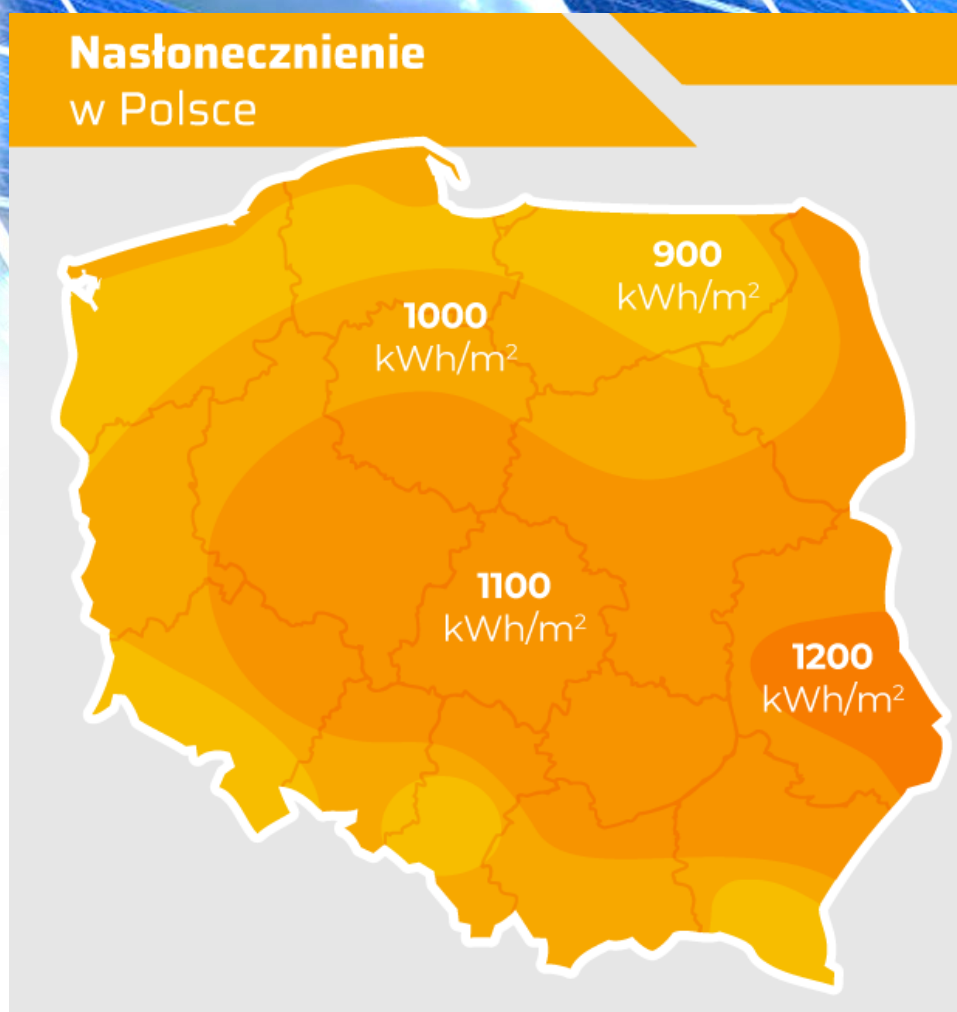
Jak długi jest okres zwrotu kosztów poniesionych na zamontowanie fotowoltaiki?

Wszystko zależy od sposobu finansowania fotowoltaiki. Finansując instalację 3kWp z własnych środków zwrot kosztów inwestycji może nastąpić w ciągu około 10 lat. Jeżeli istnieje możliwość skorzystania z dotacji (wartość inwestycji waha się od 40 nawet do 85%), okres zwrotu z inwestycji znacząco spada i można wyjść na prostą już po 3-5 latach. Jeżeli wziąć pod uwagę, że żywotność instalacji wynosi około 25-35 lat, a koszty energii elektrycznej będą rosły, inwestycja w panele fotowoltaiczne to całkiem niezły interes. W tym przypadku ma znaczenie szybkość wzrostu cen energii. Należy jednak pamiętać, iż opłacalność inwestycji w fotowoltaikę znacząco spada, jeżeli instalacja miałaby być

finansowana z kredytu. Koszty obsługi kredytu dodają się do całkowitych poniesionych kosztów zwiększając je. Tym samym całkowity okres zwrotu mocno się wydłuża.

Czy w Polsce jest na tyle słońca, aby instalacja mogła pracować bez przeszkód?

Funkcjonowanie elektrowni fotowoltaicznych jest zależne od poziomu nasłonecznienia w danym rejonu. Określa się je na podstawie ilości energii jaka dociera w postaci energii słonecznej oraz wyrażane jest poprzez natężenia promieniowania słonecznego. Jest ono rozproszone oraz charakteryzują się cyklicznością dobową i roczną. Natężenie energii słonecznej w Polsce mieści się w przedziale 900-1200 kWh/m² (co pokazano na poniższym diagramie), co sprzyja rozwojowi energetyki słonecznej. Polska jest zlokalizowana w dobrym położeniu geograficznym, więc stanowi odpowiednie miejsce na inwestowanie w fotowoltaikę.



Źródło: Wieteska S., Laskowska I. (2018). Ocena ryzyka eksploatacji urządzeń fotowoltaicznych dla potrzeb ich ubezpieczenia od wybranych zdarzeń losowych na terenie Polski. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 364, str. 185-201.

Rozkład promieniowania słonecznego w cyklu rocznym jest nierównomierny. Około 80% rocznej sumy nasłonecznienia kumuluje się w miesiącach wiosenno-letnich, zaś najmniej w

miesiącach zimowych. Mimo to panele fotowoltaiczne spełniają zapotrzebowanie na energię elektryczną nawet w okresie zimowym.

Z jakimi instalacjami w domu może pracować instalacja fotowoltaiczna?

Energia elektryczna produkowana przez przydomową instalację fotowoltaiczną (a konkretnie nadmiar energii) może być wykorzystywana na kilka sposobów. Taką energię można przesyłać do sieci energetycznej i przechowywać w tzw. sieci on-grid. Można również ją magazynować w miejscu wytworzenia. Do tego celu można wykorzystać akumulatory. Koszt zakupu baterii akumulatorów o dostatecznie dużej pojemności, aby można było wykorzystać do współpracy z instalacją fotowoltaiczną, jest jednak na tyle duży, że skutecznie zniechęca do takiej inwestycji. Bardziej racjonalne wydaje się takie rozwiązanie, w którym funkcję akumulatora pełni na przykład instalacja podgrzewania wody użytkowej. Woda w zbiorniku w tym przypadku jest podgrzewana przez zainstalowaną we wnętrzu grzałkę.



Schematyczne połączenie instalacji fotowoltaicznej oraz pompy ciepła w domu jednorodzinym

Źródło: <https://columbusenergy.pl/blog/pompa-ciepła-powietrze-woda-jak-działa>

Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest połączenie instalacji fotowoltaicznej z pompą ciepła. Pompa ciepła jest instalacją grzewczą, z wykorzystaniem której w sposób ekologiczny można ogrzać cały dom. Jednak do swojego działania potrzebuje ona energię elektryczną do napędzania sprężarki. Do tego celu z powodzeniem można wykorzystać część energii pozyskanej ze słońca.

Nadmiar energii może również być wykorzystany do zasilania klimatyzacji w budynku, zwłaszcza wtedy, gdy natężenie promieniowania słonecznego jest duże.

Czy fotowoltaika ma jeszcze gdzie zastosowanie?

Instalacje fotowoltaiczne można znaleźć na dachach budynków jednorodzinnych, budynków gospodarczych, obiektów przemysłowych, budynków użyteczności publicznej. Mają również wiele innych zastosowań, a mianowicie mogą być wykorzystywane:

- w celu doładowywania akumulatorów w dzień i wykorzystywanie energii w nocy na jachtach, pojazdach kempingach, osobowych,
- do zasilania układów telemetrycznych w stacjach pomiarowo-rozliczeniowych gazu ziemnego, ropy naftowej oraz energii elektrycznej,
- do zasilania elektroniki promów i sond kosmicznych, stacji orbitalnych i sztucznych satelitów Ziemi (w przestrzeni kosmicznej promieniowanie słoneczne jest o wiele silniejsze);
- w elektronice użytkowej (np. klakulatory),
- do zasilania oświetlenia altan lub w ogrodzie,
- do oświetlenia reklam,
- do zasilania kamer monitoringu przemysłowego bądź radarów drogowych,
- do podświetlania znaków bądź oznaczania miejsc niebezpiecznych na drodze,
- do zasilania sygnalizacji świetlnej,
- do zasilania parkomatów,
- do zasilania boi sygnalizacyjnych na morzu,
- oraz w wielu innych zastosowaniach.



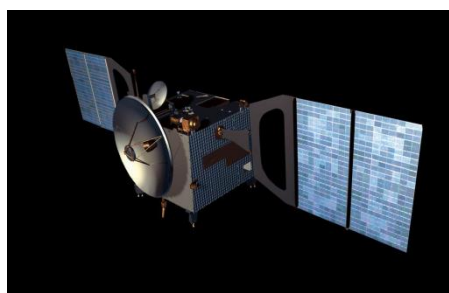
Wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych do zasilania pojazdów i statków, łodzi



Wykorzystanie do zasilania statków, sztucznych satelit, stacji kosmicznych



Elektronika użytkowa





Różnego rodzaju lampy solarne,
oświetlenie ogrodu



Oświetlenie uliczne, oświetlenie
znaków drogowych oraz reklam
przydrożnych



Zasilanie parkomatów



Drzewa solarne



Dach ławeczki

