Gromadzenie rezerw prądu na czas zwiększonego popytu nie jest niczym nowym. Od dawna robią to elektrownie szczytowo-pompowe. Powszechnie znana jest zasada ich działania. W pozaszczytowych porach dnia pompy tłoczą wodę z dolnego do górnego zbiornika, a podczas gdy zapotrzebowanie na prąd rośnie, woda jest spuszczana w dół i wprawia w ruch turbinę prądotwórczą. W zbliżony sposób, choć to w Unii Europejskiej całkiem nowatorską metodą można wykorzystywać nadmiar energii elektrycznej do wpompowania sprężonego gazu do dużych rozmiarów podziemnych komór naturalnych, zwanych kawernami. W USA istnieje projekt wydrążenia czterech olbrzymich jam w osadach solnych w amerykańskim stanie Utah. Mają posłużyć za rezerwuar energii dla farmy wiatrowej, która powstanie w sąsiednim stanie Wyoming. Produkowany tam prąd będzie transmitowany do stanu Utah i wykorzystany tam do wtłaczania powietrza pod ziemię. Składowana w kawernach energia ma zasilać w godzinach szczytu tak odległą Kalifornię. Gdy ta poprosi o dostawy prądu, stłoczone pod ziemią powietrze zostanie uwolnione i wykorzystane do wprawienia w ruch turbin. Proste, ale bardzo drogie. Jednak w miarę jak na świecie przybywa farm poruszanych wiatrem, stają się one coraz większe i takie rozwiązania rozpoczynają się obiecująco. Znów kłania się tutaj ekonomia. To, co w żadnym wypadku nie opłaca się w skali mikro, może być opłacalne na większą skalę, skalę masową. Gdyby z jakichś względów ten pomysł komuś nie odpowiadał, jest inny. Polega na wykorzystaniu nadwyżek zielonej energii do produkcji wodoru. Brytyjczycy pokazali nowe urządzenie, które w sieci energetycznej robi to automatycznie. Dokładnie rzecz biorąc, siłą sprawczą jest specjalny program komputerowy, który uruchamia proces **elektrolizy**, gdy w sieci pojawia się nadwyżka zielonego prądu. Wytworzony wodór jest wprowadzany do sieci gazowej. Technologia ta dopiero raczkuje. Pierwszy prototypowy zestaw skonstruowany przez Brytyjczyków pracuje od roku we Frankfurcie nad Menem, drugi, także w **Niemczech**, w parku energetycznym w Moguncji. Na razie są to tylko zabawki, bo koszt tak wytworzonego paliwa wodorowego jest wciąż bardzo duży. Na większą skalę ten niezwykły sposób ma być wykorzystany w przyszłości na wyspie Wight leżącej w kanale La Manche. Brytyjski rząd postanowił, że właśnie na Wight będą testowane elementy przyszłej gospodarki wodorowej. Gdy nauczymy się zamieniać na masową skalę zieloną energię w wodór, wówczas z jednej np. strony będziemy mieli niezawodny **system energetyczny** dostarczający prąd do gniazdek niezależnie od zmieniającej się pogody, z drugiej zaś samochody wodorowe na ulicach. W mniej futurologicznej wersji zielonej przyszłości do szybkiego gromadzenia zapasów energii będą wystarczająco wydajne baterie litowo-jonowe w każdym domu i w każdym samochodzie elektrycznym. Istnieje rozmaitość metod pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.

Jednak niektóre z nich ciągle i wciąż wzbudzają kontrowersje, jak np. **produkcja biogazu**, farmy wiatrowe czy elektrownie rzeczne. Rozwiązaniem niemal idealnym jest za to, jak się obecnie wydaje, wykorzystanie **promieniowania** słonecznego, największego źródła energii dla Ziemi. Moc energii emitowanej przez Słońce, w ciągu roku docierającej do powierzchni ziemi jest około pięć tysięcy razy większa niż światowe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Szacuje się, że wszystkie rozpoznane złoża węgla, ropy naftowej i **gazu ziemnego** zawierają łącznie taką ilość energii, jaka dociera ze Słońca do Ziemi w ciągu pięćdziesięciu sześciu dni. Dzięki rozwojowi technologii fotowoltaicznej powoli uczymy się, w jaki sposób wykorzystać choćby małą część tego źródła. Nie wszędzie na naszej planecie istnieją odpowiednie warunki do pozyskiwania promieniowania słonecznego. Tereny leżące na wysokich szerokościach geograficznych, a więc na przykład Skandynawia, otrzymują

zaledwie jedną czwartą promieniowania

odbieranego na Saharze. Ilość dostarczanego światła słonecznego zależy też oczywiście od aury, gdyż **atmosfera** nasycona wilgocią w postaci mgieł lub chmur tłumi jego dopływ. Przemiana promieniowania słonecznego na energię elektryczną dokonuje się w elektrowniach słonecznych. W procesie tym wykorzystuje się technologie bezpośrednią albo pośrednią. W umiarkowanych szerokościach geograficznych zasoby energii słonecznej uzależnione są od pór roku. Bezpośrednia technologia przemiany promieniowania słonecznego na energię elektryczną to technologia fotowoltaiczna, a pośrednia to technologia fototermiczna.

Ta druga umożliwia wytwarzanie prądu ze skoncentrowanej energii słonecznej. Po raz pierwszy efekt fotowoltaiczny zaobserwowano już w pierwszej połowie XIX w. Do bezpośredniej przemiany energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną służy **ogniwo fotowoltaiczne**, w którym przemieszczanie się ładunków elektrycznych daje zjawienie się różnicy potencjałów, czyli napięcia elektrycznego. Materiał ten stosuje się w dwóch odmianach: monokrystalicznej i polikrystalicznej. Prócz niego do produkcji ogniw przydają się m.in. polimery. Do budowy ogniw fotowoltaicznych wykorzystuje się wiele rodzajów materiałów, które pochłaniają *światło widzialne* w taki sposób, że można z nich odzyskiwać energię elektryczną. Ze względu na powszechne występowanie najczęściej używany jest krzem. Panele polikrystaliczne zbudowane są z ogniw krzemowych będących połączeniem wielu niewielkich kryształów krzemu. Wskutek tego powierzchnia paneli jest **niejednolita**, co zmniejsza ich wydajność. Za to są tanie w produkcji. Z kolei panele monokrystaliczne zbudowane są z pojedynczych ogniw, utworzonych z jednorodnego kryształu krzemu o uporządkowanej budowie wewnętrznej. Powstają przez cięcie odpowiedniej wielkości bloku krzemu na warstwy grubości około trzech dziesiątych mm. Panel taki charakteryzuje się najwyższym poziomem sprawności i żywotności. Pierwsze *ogniwa* miały wydajność kilkuprocentową, obecnie ich sprawność w laboratoriach dochodzi do czterdziestu procent. Nie jest to dużo i cały czas trwają poszukiwania nowych materiałów, aby uzyskać wydajniejsze urządzenia.

Konwersja fotochemiczna

to bezpośrednia zamiana promieniowania słonecznego na **energię elektryczną**. Fotowoltaika, zajmująca się wytwarzaniem energii elektrycznej ze źródła odnawialnego, za jakie w czasowej mikroskali zwykliśmy uważać Słońce, obecnie bardzo dynamicznie się rozwija. Cały proces odbywa się tak jak w klasycznej elektrociepłowni z turbiną i generatorem, ale tu

źródłem ciepła jest Słońce.

Niejako po drodze otrzymuje się energię cieplną, skumulowaną do postaci gorącego płynnego medium, jaką można będzie użytkować jako ostateczną formę energii lub też przetworzyć na prąd elektryczny.

Przepływ gorącej cieczy do odbiornika może się odbywać na zasadzie konwekcji, z wykorzystaniem różnicy, lub przez wymuszony obieg za pomocą pompy. Fotowoltaiczne elektrownie słoneczne to najczystsza forma wytwarzania energii elektrycznej. Systemy solarne są wysoce bezpieczne i niezawodne, nie generują hałasu i zanieczyszczeń.

Żywotność paneli

słonecznych wynosi powyżej trzydzieści lat, a po latach dwudziestu pięciu zachowują ciągle minimum osiemdziesiąt procent początkowej mocy. Instalacja solarna pozwala na uniezależnienie się od **publicznej** sieci energetycznej. To również sposób uzyskiwanie energii w trudno dostępnych miejscach pozbawionych sieci przesyłowych lub tam, gdzie osady ludzkie rozrzucone są na dużym obszarze. Czas budowy elektrowni słonecznej jest bardzo krótki. Trwa zaledwie kilka miesięcy. Przemiana energii słonecznej w energię elektryczną lub cieplną ma właściwie tylko jedną wadę – panele solarne potrzebują przestrzeni. Od początku XXI wieku w wielu państwach wprowadzono subwencję na budowę instalacji słonecznych. Niewielkie

przydomowe instalacje

najczęściej umieszcza się na dachach zabudowań, gdzie nikomu nie wadzą.

Gorzej przedstawiają się sprawy z ogromnymi instalacjami fotowoltaicznymi budowanymi z myślą **o obsłudze całych miast**. Dlatego montuje się je z dala od terenów zamieszkałych, często na pustyniach. Tak więc ogromne elektrownie i farmy słoneczne uruchamiane są nawet w krajach zasobnych w ropę naftową i gaz ziemny.

Jeszcze dwa lata temu systemy słoneczne były na drugim miejscu, po wietrze,

odnawialnym źródłem energii elektrycznej

zainstalowanym w Europie i zaspokajały tylko dwa procent europejskiego zapotrzebowania na prąd. Obecnie w tej dziedzinie przewodzą **Niemcy**. Na drugim miejscu znalazły się Włochy, a na trzecim Hiszpania. Europa straciła jednak pozycję lidera na rzecz Azji, która ma obecnie sześćdziesiąt procent udziału w rynku. Pierwsze miejsce zajmują

Chiny i Japonia.

Chiny zainstalowały rekordową ilość elektrowni solarnych, i chcą w ciągu pięciu lat potroić ilość prądu pozyskiwanego z energii słonecznej. W porównaniu z tak budowanymi gigantami elektrownie słoneczne **w Polsce** wytwarzają dużo mniej energii.

Chociaż u nas warunki pogodowe i nasłonecznienia są bardzo podobne jak w Niemczech, Polska znajduje się na samym końcu listy krajów pod względem ilości zainstalowanej mocy w fotowoltaice. Fotowoltaika jednak powoli znajduje zastosowanie, mimo na razie zbyt wysokich kosztów w porównaniu ze zwanymi powszechnie źródłami konwencjonalnymi energii, z dwóch głównych powodów:

ekonomicznego i praktycznego.

Jest zauważalna wszędzie tam, gdzie dziś ekonomia ma większe znaczenie niż innowacje i pragmatyzm, a promieniowanie słoneczne jest praktycznie wszędzie dostępne. Głównym surowcem do produkcji ogniw fotowoltaicznych jest wafel krzemowy. Ogniwa te są w 50. procentach stosowane w **technice kosmicznej**. Oprócz tego są stosowane jako źródła zasilania samodzielnych urządzeń np. biosygnalizacyjnych, świateł drogowych itp. Ich zaletami są bezobsługowość oraz duża żywotność, gwarantowana na 25 lat. Zaczynają również docierać do budowli i budynków, szczególnie tych oddalonych od sieci energetycznych, wykorzystywane są również w elektronice użytkowej do zasilania kalkulatorów, lamp ogrodowych, artykułów gospodarstwa domowego, oświetlania znaków drogowych. Dzięki nim pracują również **układy telemetryczne** w stacjach pomiarowo-rozliczeniowych gazu ziemnego, ropy naftowej oraz energii elektrycznej. Służą do zasilania automatyki przemysłowej i pomiarowej, a także do produkcji energii w pierwszych

elektrowniach słonecznych.

Ogniwa tego typu wykorzystywane są coraz powszechniej w gospodarstwach domowych.

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na pracę instalacji fotowoltaicznej jest odpowiedni dobór i stosowny montaż paneli. Jest to niezwykle istotne, ponieważ promienie słoneczne powinny padać prostopadle do paneli, aby te mogły produkować jak najwięcej energii i tym samym ograniczać

zużycie energii konwencjonalnej.

Aby zmaksymalizować przewidywane w założeniach zyski energii wszystkie panele słoneczne powinny być ustawione w kierunku południowym. Jest to kompromis między wysokością Słońca nad horyzontem latem i zimą. Klimatyzacja solarna to system klimatyzacji, który wykorzystuje energię słoneczną. Klimatyzacja solarna może być oparta na konwersji fototermicznej pasywnej, konwersji fototermicznej aktywnej i konwersji fotowoltaicznej, zamieniającej światło słoneczne na energię elektryczną. Wykorzystanie energii Słońca w klimatyzacji zwiększa bezpieczeństwo i higienę parcy w energetyce poprzez ograniczanie **importu** surowców energetycznych oraz pozwala też rozwijać innowacje technologiczne, zielone miejsca pracy i zieloną gospodarkę.

Klimatyzacja słoneczna będzie odgrywać coraz większą rolę w projektowaniu budynków zero energetycznych. Klimatyzacja solarna stanowi najefektywniejsze wykorzystanie kolektora słonecznego. Zadaniem kolektora słonecznego jest pobieranie energii z promieniowania bezpośredniego, rozproszonego i odbitego, a następnie przekazywanie jej do właściwej instalacji grzewczej. Zasady działania kolektorów słonecznych wyjaśnione zostały niżej. Słońce ogrzewa umieszczony w kolektorze absorber, który pochłania promieniowanie słoneczne i zamienia je w ciepło.

Skuteczność pochłaniania

zależy od rodzaju absorbera. Najpopularniejszy w krajach Unii Europejskiej zwykły, czarny absorber dużą część promieniowania odbija.

Skuteczniejszy jest tzw. absorber **selektywny** – pochłania on 95 procent padającego na niego promieniowania. Od absorbera ogrzewa się czynnik grzewczy stosowany w różnych postaciach. *Może to być woda lub płyn niezamarzający*, który przepływa przez kolektor. Ogrzany płyn przepływa do zasobnika. Tam **oddaje ciepło** ogrzewanej *wodzie użytkowej*, znajdującej się w zasobniku, i ochłodzony wpływa z powrotem do kolektora.

Jeśli dom ma niekorzystne położenie *względem stron świata*, warto zastosować

kolektory rurowe,

w których można indywidualnie dopasować kierunek ustawienia absorbera. Kolektory rurowe mogą mieć większe dopuszczalne odchylenie od południa niż kolektory płaskie – kąt nachylenia absorbera regulujemy w każdej rurze **indywidualnie**. Ilość pozyskiwanej przez kolektor energii zależy także od miejsca montażu urządzenia.

Jeżeli kolektory rurowe lub płaskie próżniowe są ustawione na powierzchni ziemi lub przy ścianach budynków, to im bardziej są *nachylone*, tym więcej pada na nie promieniowania odbitego od otaczających go powierzchni. A to oznacza, że kolektor zaabsorbuje więcej ciepła. Po kilku latach eksploatacji sprawność kolektora może spaść nawet o 30 procent. Powierzchnię kolektora należy więc myć specjalnie do tego celu przeznaczonymi płynami z dużą zawartością środków powierzchniowo czynnych. Niestety jest czynnik, który zmniejsza wydajność kolektorów. Jest to zwykły kurz. Szkodzi on przede wszystkim płaskim kolektorom niepróżniowym, gdyż osiada nie tylko na powierzchni, ale także na absorberze, gdyż obudowy tych kolektorów są zazwyczaj nieszczelne. Promieniowanie słoneczne, zamiast docierać do **absorbera**, jest tam odbijane i **rozpraszane** na drobinkach kurzu. Kolektory cieczowe próżniowe składają się z pojedynczych szklanych rur. W każdej z nich znajduje się otoczony próżnią. Próżnia znacząco zmniejsza straty ciepła do otoczenia, które są istotnym problemem w przypadku kolektorów płaskich.

Można napotkać na przykład konstrukcje albo **jednowarstwowe** albo też **dwuwarstwowe**. Te drugie odznaczają się skuteczniejszą izolacyjnością, lecz jednocześnie przez dwie warstwy szkła do absorbera dociera mniejsza ilość promieni słonecznych. Czasami kolektory te dodatkowo wyposaża się w *zwierciadła paraboliczne*. Wadą obecnych kolektorów próżniowych jest duża kruchość i skłonność do pękania rur z polichlorku winylu, szczególnie w okresie jesienno-zimowym. Gdy powierzchnie lustrzane są czyste umożliwiają one *wychwytywanie* dodatkowego promieniowania słonecznego. Ciekawe, że już ponad 20 lat temu założone zostało Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej. Stowarzyszenie to ma charakter dobrowolny i samorządowy o celach niezarobkowych. Działa na podstawie przepisów obowiązującego prawa o stowarzyszeniach i zarejestrowanego sądownie Statutu. PTES posiada **osobowość prawną**, a jego działalność opiera się na społecznej pracy członków. Przewodniczącą Polskiego Towarzystwa Energetyki Słonecznej jest profesor Dorota Chwieduk, wiceprzewodniczącym Towarzystwa profesor Roman T. Domański, sekretarzem profesor Włodzimierz Pomierny. Siedzibą stowarzyszenia jest Instytut Techniki Cieplnej Politechniki Warszawskiej. Głównym celem Towarzystwa jest **promowanie idei wykorzystania energii** z odnawialnych źródeł ze szczególnym uwzględnieniem energii słonecznej poprzez wspieranie kompleksu działalności naukowej i technicznej we wszystkich dziedzinach ważnych dla zastosowań energii odnawialnych, krzewienie edukacji w tej tematyce, gromadzenie, opracowywanie i szerzenie informacji odnośnie wszelkich aspektów wykorzystania i konwersji energii słonecznej, propagowanie praktycznych realizacji prac naukowo- badawczych i projektowych, a zwłaszcza energooszczędnych rozwiązań technicznych.

Towarzystwo jest członkiem **Międzynarodowego Stowarzyszenia Energetyki Słonecznej** i jego Regionalnej agencji

ISES Europe.

Towarzystwo wydaje czasopismo pt. Polska Energetyka Słoneczna, który służy szeroko pojętej edukacji w zakresie wykorzystania energii słonecznej i innych energii odnawialnych, budownictwa niskoenergetycznego, zrównoważonego rozwoju.

Ma także na celu promocję niekonwencjonalnych,

prośrodowiskowych zastosowań

praktycznych w wielu dziedzinach życia.