



# ENERGIA SŁONECZNA

# WARSZAWA-WAWER (woj. mazowieckie)

Fotowoltaika (PV) jest technologią, dzięki której energia promieniowania słonecznego jest bezpośrednio przetwarzana na energię elektryczną, bez ubocznej produkcji zanieczyszczeń, hałasu i innych zauważalnych zmian otoczenia. Dlatego też na świecie gwałtownie rośnie zainteresowanie wykorzystaniem słonecznej (fotowoltaicznej) energii elektrycznej, która jest wyjątkowa pośród nowych źródeł energii ze względu na szerokie możliwości osiągnięcia korzyści energetycznych i pozaenergetycznych.

## DZIELNICA

Dzielnica Wawer liczy ok. 58 tys. mieszkańców. Obszar dzielnicy wynosi ok. 8 000 ha, przy czym znaczną jego część stanowią tereny zielone. Lasy, użytki rolne, wody i zadrzewienia zajmują łącznie ponad 70% powierzchni.

Dzielnica posiada znane walory klimatyczne i bogatą tradycję uzdrowiskową, słynna jest z przyrodniczego bogactwa lasów stanowiących 34,8% jej powierzchni, tworzących część Mazowieckiego Parku Krajobrazowego.

Na jej terenie wydzielony został rezerwat leśny im. Króla Jana III Sobieskiego o powierzchni ok. 114 ha, gdzie ochronie podlegają grądy o charakterze subkontynentalnym oraz bory mieszane sosnowo-dębowe i typowe bory sosnowe. Znajduje się tu również Warszawski Obszar Chronionego Krajobrazu z rezerwatem „Wyspy Zawadowskie”, obejmujący swoim zasięgiem wyspy, piaszczyste łąki oraz wody rzeki Wisły płynącej na tym terenie w szerokiej rozległej dolinie o urwistych krawędziach tworzących malownicze skarpy.



### Dane klimatyczne:

Średnie roczne temperatury: 8 °C

Globalne roczne napromieniowanie: ok. 1100 kWh/m<sup>2</sup>

## TŁO PROJEKTU

Projekt „Fotowoltaika w Środowisku Podmiejskim” realizowany był przez 18 miesięcy w latach 2000-2001. Partnerami projektu byli: Urząd Gminy Warszawa-Wawer, BP Solar oraz Centrum Fotowoltaiki na Politechnice Warszawskiej. Projekt prowadzony był przez Urząd Gminy Warszawa-Wawer. Znaczna część funduszy pochodziła z programu ECOLINKS oraz PB Solar. Program ECOLINKS jest jednym z mechanizmów US Agency for International Development (USAID) stworzonych, by zapewniać wsparcie dla inicjatyw związanych ze środowiskiem naturalnym w Europie i Eurazji. ECOLINKS uczestniczy w rozwiązywaniu problemów środowiskowych regionów poprzez nawiązywanie współpracy pomiędzy partnerami

biznesowymi, rządowymi, administracji lokalnej w regionach i podobnymi do nich organizacjami w Stanach Zjednoczonych.

W ostatnich latach kładziony jest silny nacisk na rozwój systemów PV podłączonych do sieci energetycznej, ponieważ zapewniają one najwyższy potencjał na długofalową redukcję zużycia paliw kopalnych i zmniejszenie emisji dwutlenku węgla. Zasilają one budynki dołączone do sieci elektrycznej, a energia elektryczna z sieci pobierana jest tylko wtedy, gdy zapotrzebowanie na nią przewyższa produkcję energii przez systemy PV. W przypadku, kiedy system fotowoltaiczny produkuje więcej energii niż potrzeba, nadwyżka wyprodukowanej energii elektrycznej jest sprzedawana do sieci energetycznej. Magazynowanie energii w tych systemach nie jest potrzebne, ponieważ sieć jest w stanie przyjąć całą energię wyprodukowaną przez system PV. Zaletą małych systemów fotowoltaicznych dołączonych do sieci oraz takiego systemu dystrybucji energii jest minimalizacja strat związanych z przesyłem jej na duże odległości od elektrowni do odbiorcy. Energia elektryczna jest wytwarzana i używana w tym samym miejscu.



W ramach przeprowadzonego pilotażowego projektu w grudniu 2000 roku zainstalowano 1 kW system fotowoltaiczny na dachu Szkoły Podstawowej nr 76 przy ulicy Poezji 5 w Gminie Warszawa-Wawer. Zainstalowany system PV był jednym z pierwszych w Europie systemów, w których zastosowano moduły fotowoltaiczne serii Millenniuma produkowane przez BP Solar.

System PV spełnił bardzo ważną rolę społeczną i edukacyjną. Dzięki zainstalowaniu w szkole tablicy informacyjnej pokazującej aktualną moc systemu, wyprodukowaną energię elektryczną oraz ilość niewytworzonego, dzięki pracy systemu PV, dwutlenku węgla, dzieci dowiadują się o możliwościach wykorzystania energii słonecznej.

## OPIS PROJEKTU

W trakcie realizacji projektu zdobyto doświadczenia związane z instalacją, eksploatacją i monitorowaniem systemów fotowoltaicznych. Szczególnie interesujące okazało się wykonanie analizy regulacji prawnych dotyczących integrowania fotowoltaiki z budownictwem oraz dołączania systemów do sieci energetycznej

System fotowoltaiczny zainstalowany jest na dachu budynku szkoły. Ma on nominalną moc 1 kW i składa się z:

- 20 modułów PV Millenniuma MST50 MV (o powierzchni 16 m<sup>2</sup>),
- falownika Sunny Boy GCI 1200,
- konstrukcji nośnej,
- okablowania.

Moduły fotowoltaiczne Solarex Millenniuma<sup>TM</sup> wykonane są z krzemu amorficznego przy wykorzystaniu zaawansowanej technologii cienkowarstwowej. Przy produkcji modułów Millenniuma zużywa się setki razy mniej krzemu i znacznie mniej energii niż przy produkcji konwencjonalnych modułów fotowoltaicznych. To właśnie czyni je bardzo atrakcyjnymi, gdy bierzemy pod uwagę zużycie zasobów naturalnych i wpływ ich produkcji na środowisko naturalne.

Falownik jest urządzeniem zamieniającym prąd stały (DC) generowany przez moduły fotowoltaiczne na prąd zmienny (AC) o parametrach odpowiadających parametrom prądu

w sieci. Prąd zmienny (AC) wytworzony w falowniku zasila wszystkie urządzenia w budynku aktualnie dołączone do sieci energetycznej (oświetlenie, urządzenia dołączane do gniazd, itp.). W przypadku, gdy moc generowana przez system fotowoltaiczny jest niewystarczająca do zasilania dołączonych urządzeń, energia pobierana jest z sieci energetycznej. W przypadku, gdy wytworzona energia elektryczna nie jest wykorzystywana w budynku, jest ona oddawana (sprzedawana) bezpośrednio do sieci energetycznej.

Konstrukcję nośną zainstalowanego systemu PV zaprojektowano w postaci rusztu stalowego. Ruszt ten stanowią trzy główne belki oparte na ścianach nośnych budynku. Na belkach rusztu zamocowane są pionowe wsporniki, na których zamontowane są moduły. Moduły mocowane są do konstrukcji za pomocą szyny (profilu) Alutec.

Na konstrukcji nośnej zamontowano także falownik, puszki połączeniowe, wyłączniki bezpieczeństwa i czujniki meteorologiczne. Cała konstrukcja jest w wielu punktach uziemiana, co ma zabezpieczyć montowane na niej urządzenia przed przepięciami spowodowanymi np. wyładowaniami elektrycznymi w atmosferze.

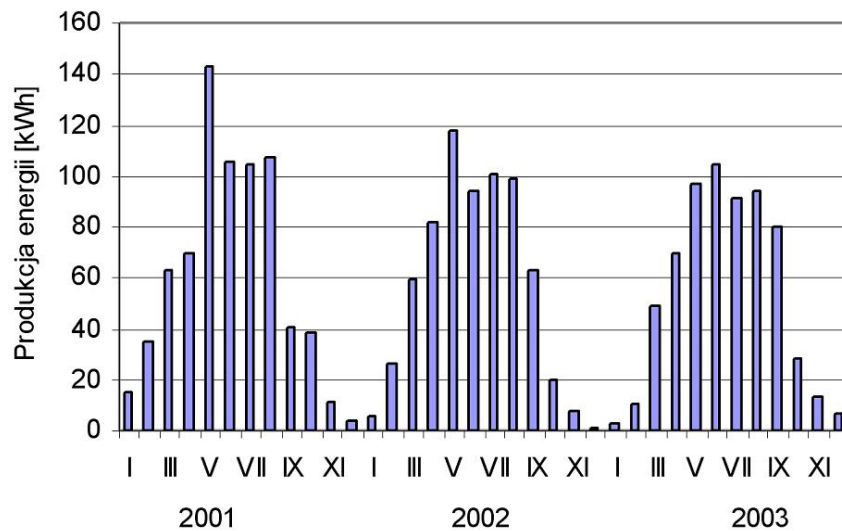


Zainstalowany system jest monitorowany – mierzone są parametry elektryczne i meteorologiczne umożliwiające analizę jego pracy. Monitorowanie systemu fotowoltaicznego pozwala na sprawdzenie jego zachowania w rzeczywistych warunkach pracy, które mogą być zupełnie inne od założeń i symulacji wykonywanych w trakcie projektowania systemu. W naszym przypadku monitorowanie jest tym bardziej uzasadnione, gdyż zainstalowany system jest jednym z pierwszych tego typu w Europie i potrzebne są długoterminowe dane na temat niezawodności, degradacji lub/i starzenia się komponentów oraz uzysku mocy w czasie. W skład systemu monitorowania wchodzi następujące urządzenia: kontrolno-pomiarowa aparatura falownika Sunny Boy GCI 1200; zestaw czujników wielkości meteorologicznych: dwa ogniwa wzorcowe mierzące natężenia promieniowania słonecznego w płaszczyźnie modułów PV oraz w płaszczyźnie horyzontalnej, czujnik temperatury modułów, czujnik temperatury otoczenia z osłoną radiacyjną zapobiegającą jego nagrzewaniu przez bezpośrednie promieniowanie słoneczne, anemometr mierzący prędkości wiatru; kontroler SunnyBoy Control Plus będący przetwornikiem sygnałów elektrycznych doprowadzanych z czujników na wielkości monitorowane oraz datalogerem zapisującym dane pomiarowe w pamięci.

Czujniki wielkości meteorologicznych zainstalowane są na konstrukcji nośnej, ponad modułami fotowoltaicznymi, a falownik poniżej modułów fotowoltaicznych. Pozostałe urządzenia wchodzące w skład systemu monitorującego (kontroler Sunny Boy Control Plus oraz komputer) zainstalowane są w specjalnie przygotowanym pomieszczeniu wydzielonym w jednej z sal lekcyjnych. Sygnały z falownika i czujników zainstalowanych na dachu doprowadzone są do kontrolera Sunny Boy Control Plus, gdzie są obrabiane i składowane w pamięci. Raz na dobę dane pomiarowe odbierane są z kontrolera przez komputer PC.

System fotowoltaiczny wyprodukował w roku 2001 ok. 740 kWh, w roku 2002 ok. 680 kWh, a w roku 2003 ok. 650 kWh. Zdecydowana większość energii produkowana jest w miesiącach od marca do września.

W Polsce jest duży, ale niezbadany dokładnie potencjał wykorzystania energii słonecznej. Jednakże nie ma doświadczeń i know-how do wprowadzania zastosowań technologii słonecznych-fotowoltaiki. Dzięki funduszom amerykańskiego Programu ECOLINKS



wykonane zostało studium wykonalności zastosowania tej technologii w Polsce i ocena zasobów energii słonecznej.

## OCENA PROJEKTU I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Wykonano studium wykonalności zastosowania tej technologii w Polsce i ocenę zasobów energii słonecznej. Dzielnica Wawer może wystąpić o dotacje i/lub niskooprocentowane bankowe pożyczki na inwestycje, które są dostępne w Polsce na przykład z Banku Ochrony Środowiska, Ekofunduszu, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska, itp. Decyzja o instalowaniu odnawialnych źródeł energii na terenie gminy należy do władz gminnych. Prawo energetyczne nakłada na gminy obowiązek opracowania planów zapewnienia zaopatrzenia w energię swojego obszaru. Oznacza to, że to gmina decyduje o wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii na swoim terenie.

Po zakończeniu realizacji projektu nadal prowadzone jest monitorowanie systemu mające na celu zgromadzenie pełnego zestawu danych używanych przy prowadzonych analizach pracy systemu.

## WIĘCEJ INFORMACJI

dr Stanisław M. Pietruszko  
 Centrum Fotowoltaiki  
 Politechnika Warszawska  
 00-662 Warszawa, IMiO PW, ul. Koszykowa 75  
 tel./fax (22) 660 77 82  
 e-mail [pietruszko@imio.pw.edu.pl](mailto:pietruszko@imio.pw.edu.pl), [pietruszko@pv.pl](mailto:pietruszko@pv.pl)  
[www.pv.pl](http://www.pv.pl)

Opracowanie zostało przygotowane przez inż. Marcina Grądzkiego z Centrum Fotowoltaiki na Politechnice Warszawskiej we współpracy z Tadeuszem Lewickim – Naczelnikiem Wydziału Ochrony Środowiska dzielnicy Wawer w ramach projektu pt. „Energia odnawialna jako wyzwanie dla samorządów lokalnych. Przykłady udanych przedsięwzięć w Polsce i w krajach Unii Europejskiej” realizowanego przez Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”.

Środki finansowe pozyskano z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie.

