

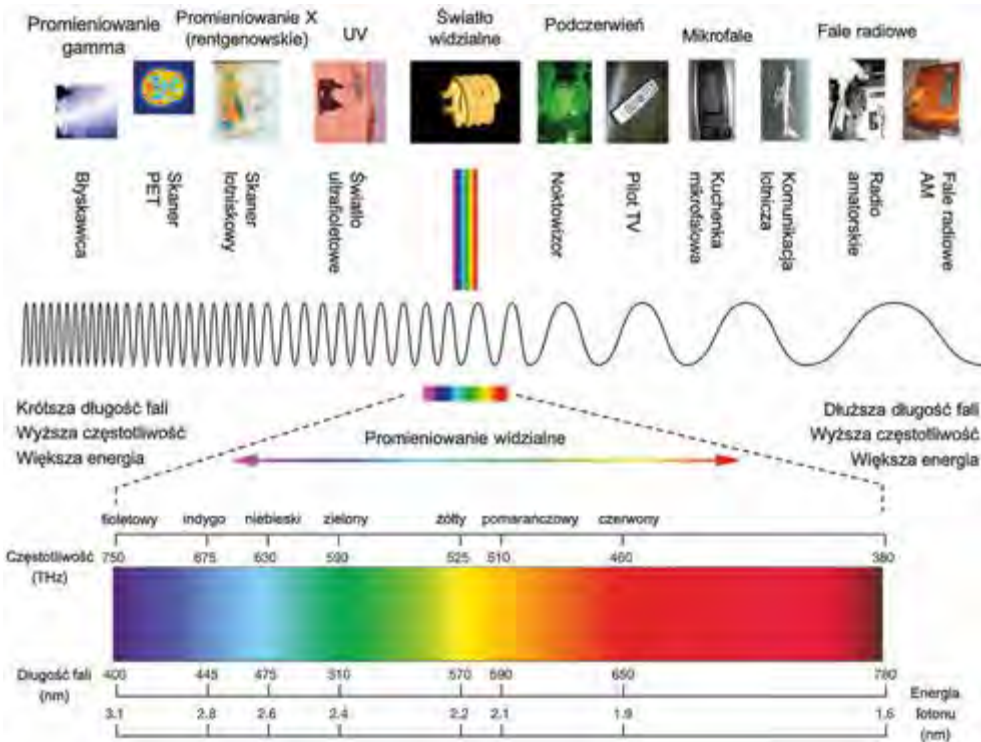
1. Struktura i zasada działania ogniwa słonecznego

1.1. Energia słoneczna jako źródło odnawialne

Promieniowanie słoneczne jest podstawowym źródłem energii w naszym układzie planetarnym, czyli również głównym źródłem energii dla naszej planety. Masa Słońca jest 330 tysięcy razy większa od masy Ziemi i wynosi $1,991 \cdot 10^{30}$ kg, co stanowi obecnie około 99,87% masy całego układu słonecznego [1]. Źródłem energii słonecznej w postaci promieniowania są reakcje termojądrowe (fuzja jądra), dzięki którym Słońce wypromieniowuje w przestrzeń kosmiczną energię równą ponad $8,33 \cdot 10^{24}$ kWh dziennie. Słońce emituje fale elektromagnetyczne o bardzo szerokim widmie. Począwszy od fal o najmniejszej długości i największej częstotliwości wyróżniamy promieniowanie gamma, rentgenowskie (X), ultrafioletowe, aż wreszcie promieniowanie widzialne oraz fale dłuższe, czyli podczerwień, mikrofały oraz fale radiowe. Rozkład i podział promieniowania elektromagnetycznego przedstawia rys. 1.1.

Gęstość mocy emitowanej ze Słońca wynosi $62,5 \text{ MW/m}^2$, natomiast do powierzchni atmosfery ziemskiej, odległej od Słońca o 150 milionów kilometrów, dociera około 1360 W/m^2 (wg NASA $1360,8 \pm 0,5 \text{ W/m}^2$, wg WMO – World Meteorological Organization – 1367 W/m^2) [2]. Wielkość ta jest oznaczana jako **stała słoneczna** lub **TSI** (ang. *Total Solar Irradiance*), czyli całkowite natężenie promieniowania słonecznego. Określa ona całkowitą ilość energii przenoszonej przez promieniowanie Słońca na powierzchnię jednego metra kwadratowego, ustawioną prostopadle do kierunku padania promieni słonecznych i umieszczoną w odległości od Słońca równej średniej orbicie ziemskiej. Redukcja energii Słońca wynika w tym przypadku jedynie z wielkości kąta przestrzennego, gdyż w próżni nie zachodzi rozpraszanie ani absorpcja światła. Warto zauważyć, że ze względu na zmiany zachodzące w aktywności słonecznej wielkość emitowanej energii nie jest stała, lecz podlega pewnym fluktuacjom w ramach tzw. **cykli słonecznych**. Natężenie promieniowania słonecznego docierającego do atmosfery waha się

1. Struktura i zasada działania ogniwa słonecznego



Rys. 1.1. Spektrum fal elektromagnetycznych; na podstawie [3, 4]

rocznie o około 6,6% w zależności od zmian odległości Ziemi i Słońca. Są powtarzalne fazy o okresie 11 lat, w wyniku których w niewielkim stopniu zmienia się temperatura Słońca i wielkość emitowanej energii, co jednak ze względów energetycznych jest pomijalne w dłuższym okresie czasu.

Użyteczne energetycznie promieniowanie słoneczne pochodzi w przeważającej części od tak zwanej **fotosfery** – zewnętrznej powierzchni warstwy gazowej Słońca. Temperatura fotosfery wynosi około 5780 K, zaś jej emisja to głównie promieniowanie elektromagnetyczne o widmie ciągłym. Maksimum rozkładu energii widma przypada na zakres światła widzialnego o długości około 460 nm, co odpowiada barwie żółto-zielonej. Fakt ten zachęca do modelowania rozkładu promieniowania słonecznego w oparciu o model ciała doskonale czarnego, zgodnie z **prawem Stefana-Boltzmana**. W rzeczywistości jednak emisja słoneczna odbiega od idealnego rozkładu ciała doskonale czarnego, co przedstawia rys. 1.2.

Największe różnice między pokazanymi na rysunku 1.2 przebiegami występują dla zakresu fal krótkich i wynikają z niejednorodnego składu i budowy Słońca,