

Rodzaje promieniowania słonecznego i natężenie promieniowania.

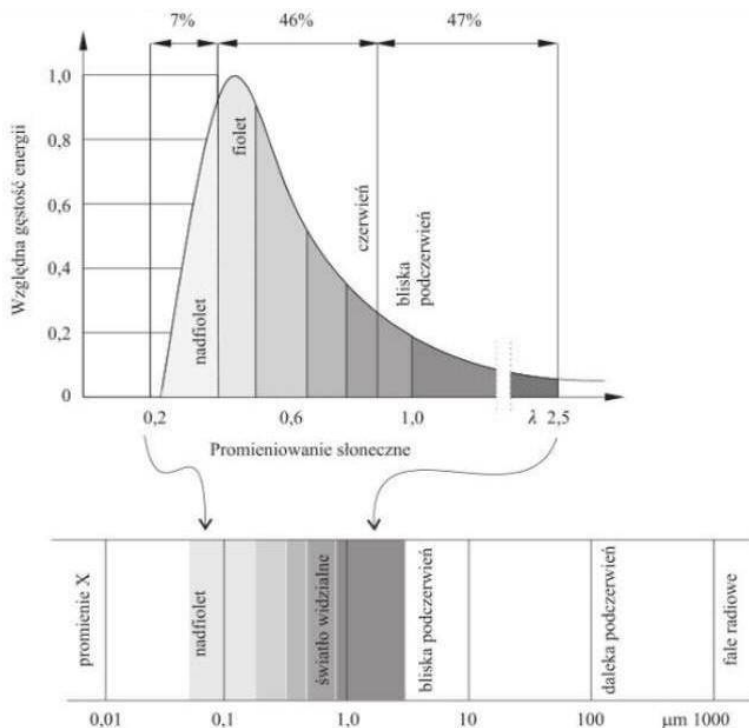
Proszę zapoznać się z lekturą.

Słońce

Słońce jest gwiazdą średniej wielkości nazywaną w terminologii astronomicznej "żółty karzeł". Posiada średnicę około 1,3 mln km i średnią gęstość $1,41 \text{ g/cm}^3$. **Słońce składa się w 74% z wodoru i 25% z helu. Resztę stanowią inne pierwiastki. Temperatura na powierzchni Słońca wynosi 5500°C , natomiast w jego jądrze dochodzi do $10.000.000^\circ\text{C}$.** Gęstość i temperatura Słońca rosną bardzo szybko wraz z głębokością. W jądrze gęstość materii dochodzi już do 150 kg/cm^3 , a panujące ciśnienie przekracza 10^{16} Pa . Warunki takie sprzyjają zachodzeniu reakcji syntezy jądrowej (przemiana wodoru w hel) z wydzielaniem ogromnych ilości energii. Średnia ilość energii wypromieniowywana przez gwiazdę w ciągu sekundy wynosi $3,827 \times 10^{27} \text{ W}$. Z punktu widzenia energetyki ważniejsza jest emisja promieniowania w odniesieniu do 1 m^2 Słońca. Wartość ta wynosi około 63000 kW , przy czym z uwagi na odległość od Ziemi 150 mln km energia jaka dociera do naszej planety wynosi już "tylko" 1367 W/m^2 . **Jest to tzw. "stała słoneczna".**

Promieniowanie słoneczne

Dociera do ziemi w postaci fali elektromagnetycznej o długości od $0,1 - 10 \text{ }\mu\text{m}$. Z tego tylko część fali o długości $0,35-0,75$ stanowi światło widzialne. Pod względem energetycznym największą ilość energii niesie ze sobą światło widzialne 46 % i promieniowanie ciepłe (podczerwone) 47%. Resztę 7% stanowi nadfiolet (promieniowanie UV).

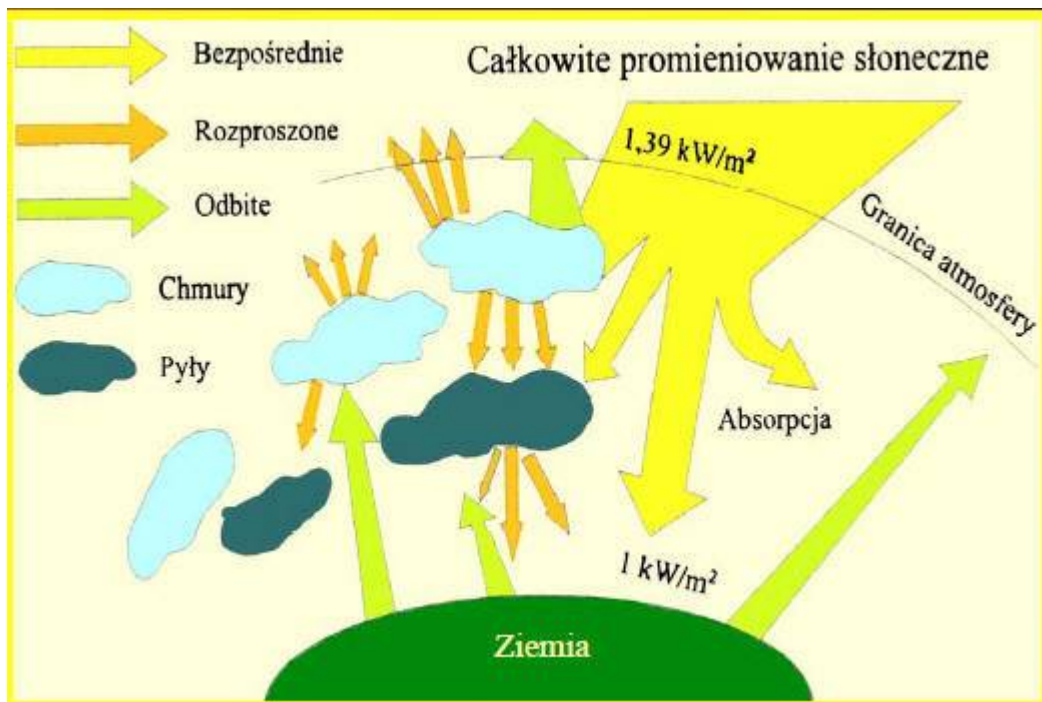


Oprócz fali elektromagnetycznej energia Słońca dociera do Ziemi także w postaci korpuskularnej jako tzw. "wiatr Słoneczny", powstający w wyniku wybuchów na Słońcu. Efekty w postaci zórz polarnych są widoczne w górnych partiach atmosfery.

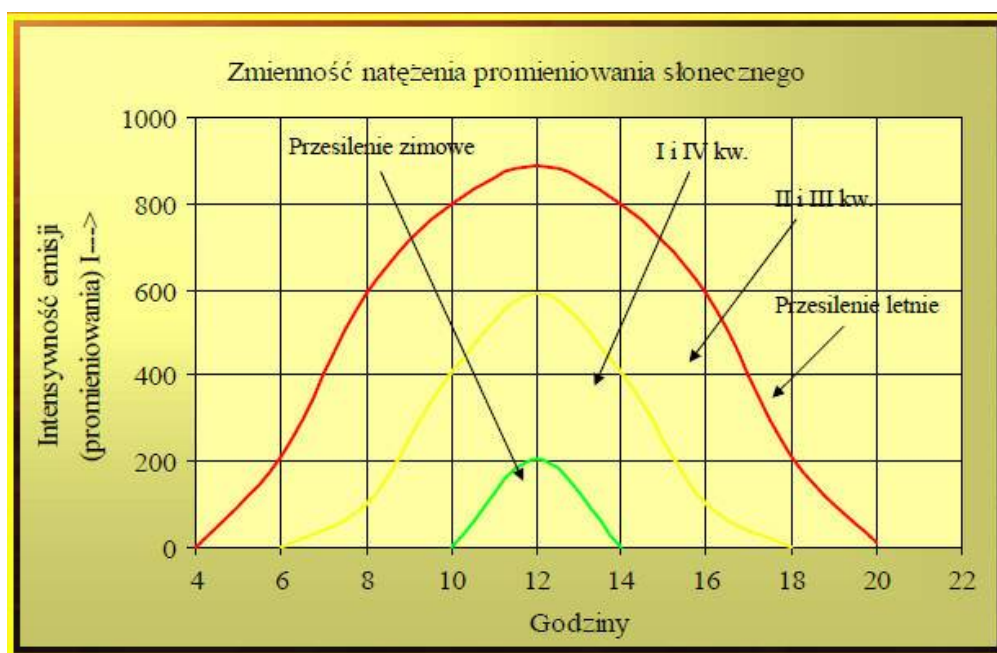
Energia promieniowania słonecznego

Ilość energii docierającej do powierzchni Ziemi jest mniejsza od stałej słonecznej z uwagi na straty energii po przejściu przez atmosferę. Straty te zachodzą wskutek odbicia (np. od chmur), rozproszenia czy absorpcji.

Całkowita energia docierająca do powierzchni wynosi więc około 1000 W/m^2 .



Wartość ta dodatkowo ulega zmianie w zależności od pory roku i kąta padania promieni słonecznych. **Im mniejszy kąt padania (mniejsza wysokość Słońca nad horyzontem) tym mniejsza ilość energii.** Jest to związane z grubością warstwy atmosfery którą muszą pokonać promienie słoneczne przed dotarciem do ziemi. Zmianę natężenia promieniowania "I" dla szerokości geograficznej 52° (szerokość geograficzna środkowej Polski), przedstawia rys. 2. **Widać na nim, że największa gęstość strumienia słonecznego występuje w miesiącach letnich i wynosi około 900 W/m^2 , podczas gdy w zimie nie przekracza 200 W/m^2 .**



Natężenie promieniowania słonecznego w Polsce i na Świecie

Średnie miesięczne i roczne sumy całkowitego promieniowania słonecznego w Polsce wykazują dość duże zróżnicowanie terytorialne. W Polsce największa liczba słonecznych godzin w roku jest na Wybrzeżu (1671 h/a, Gdynia), trochę mniej w Warszawie (1600 h/a), najmniejsza na Śląsku (1234 h/a, Katowice). Jako normę dla Polski przyjmuje się wartość napromieniowania całkowitego w ciągu roku $3600 \text{ MJ/m}^2 \pm 10\%$ (1000 kWh/m^2). Dla wykorzystania energii słonecznej interesująca jest energia promieniowania, zmierzona na zdefiniowanej powierzchni. Wartość ta nazywana jest **natężeniem promieniowania** i wyraża się w określonej mocy przypadającej na daną powierzchnię.

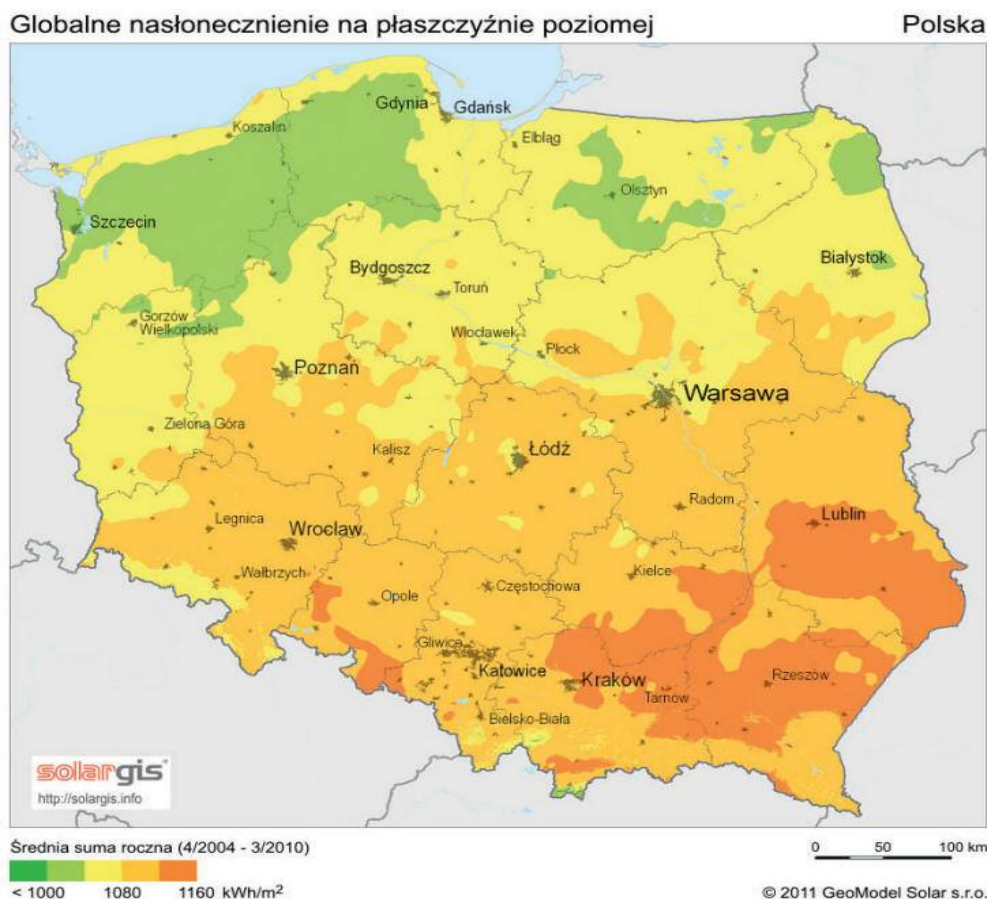
Natężenie promieniowania podawane jest w jednostce **Watt na metr kwadratowy (W/m^2)** i może być bardzo różne. Przy silnie zachmurzonym niebie wynosi ono około 50 W/m^2 , natomiast przy czystym niebie jego wartość dochodzi do 1000 W/m^2 .

Dla obliczenia, jaka ilość promieniowania słonecznego faktycznie zamieniana jest w energię ciepłą, trzeba uwzględnić czas trwania promieniowania. Energia ta jest iloczynem mocy i czasu, jednostką jej miary jest watogodzina (Wh).

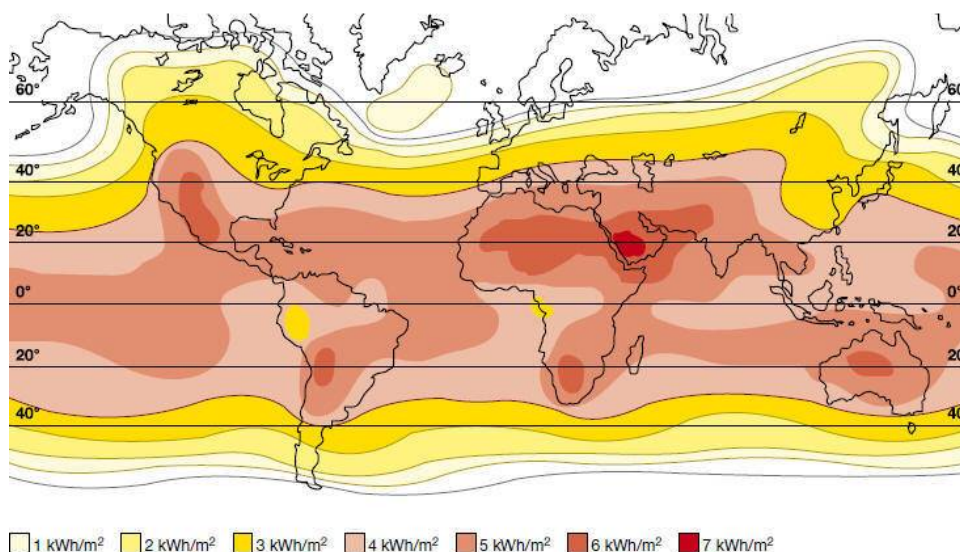
Energia promieniowania całkowitego podawana jest w sumach dziennych, miesięcznych i rocznych. **Maksymalne sumy dzienne wynoszą w lecie ok. 8 kWh/m^2 . Ale nawet w słoneczny dzień zimowy wartość ta może wynosić do 3 kWh/m^2 .**

Uśrednione sumy roczne promieniowania całkowitego (w $\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$, gdzie „a” oznacza rok) wynoszą w Polsce między 950 a $1050 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ (średnia długoterminowa). Poszczególne sumy miesięczne energii promieniowania całkowitego mogą odbiegać od wartości średniej nawet o 50% , poszczególne sumy roczne do 30 %.

Najlepszym miastem w Polsce pod względem nasłonecznienia jest Lublin.



W porównaniu do reszty świata Polska wypada bardzo blado, plasując się na samym końcu krajów z opłacalną insolacją. Nasze nasłonecznienie w najkorzystniejszych regionach Polski nie przekracza 1200 W/m², podczas gdy na południu Europy sięga 4000 W/m² a w najbardziej nasłonecznionych miejscach globu przekracza 7000 W/m². **Pod względem inwestycyjnym prym wiede tutaj zachodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych i Arabia Saudyjska. Dużym zainteresowaniem inwestorów cieszy się też Australia.** Poniżej mapka globalnej insolacji.



Wielkość energii docierającej do kolektora

Najistotniejszymi parametrami promieniowania słonecznego – ze względu na sposób wykorzystania tej energii w kolektorach płaskich (płaskopłytowych) – **są** **dzienne, miesięczne, sezonowe i roczne sumy wartości natężenia promieniowania słonecznego – (W/m²), wyrażające ilość energii słonecznej padającej na jednostkę powierzchni w określonym czasie.** Sumy wartości natężenia promieniowania słonecznego w dłuższych okresach (sezon, rok) są szczególnie przydatne do analiz ekonomicznych zastosowania kolektorów słonecznych w procesach roboczych.

W wielu przypadkach do wyrażenia wartości sumy natężenia promieniowania w czasie godziny, dnia, miesiąca lub roku stosuje się jako jednostkę kWh/m², natomiast dane z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej są podawane w MJ/m²; w starszych opracowaniach można jeszcze spotkać jednostkę – cal/cm². Przeliczenia wzajemne (zależności) wymienionych jednostek natężenia promieniowania przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Zależności między jednostkami natężenia promieniowania.

1 kJ/m ² = 0,027778 kWh/m ²	1 kWh/m ² = 3600 kJ/m ²	1 cal/cm ² = 42 kJ/m ²
1 kJ/m ² = 0,024 cal/cm ²	1 kWh/m ² = 86 cal/cm ²	1 cal/cm ² = 0,0116 kWh/m ²

Promieniowanie całkowite I_h, H_h zawiera trzy składowe:

1. **Promieniowanie bezpośrednie** I_b, H_b jest to krótkofalowe promieniowanie o kierunku rozchodzenia się promieni w linii prostej od Słońca do powierzchni czynnej kolektora. Długość fali promieniowania słonecznego bezpośredniego na powierzchni Ziemi (po przejściu przez warstwę atmosfery) w 98% zawarta jest w przedziale 0,30–2,50 μm. Obejmuje ono całe tzw. widzialne

promieniowanie słoneczne długości fali 0,40–0,70 μm .

2. **Promieniowanie rozproszone** (dyfuzyjne) I_d , H_d jest to promieniowanie długofalowe. Powstaje w wyniku załamania, odbicia i częściowego pochłaniania promieniowania bezpośredniego w atmosferze ziemskiej. Daje ono barwę niebieską nieboskłonu w wyniku rozproszenia światła słonecznego. Dodatkowo do promieniowania rozproszonego zalicza się tzw. długofalowe promieniowanie atmosfery

o znacznie większej długości fali niż bezpośrednie i rozproszone promieniowanie słoneczne. Jest ono emitowane przez atmosferę niezależnie od pory doby, w postaci fal długości 4–120 μm .

3. **Promieniowanie odbite** I_{hp} od powierzchni Ziemi i obiektów w pobliżu absorbera kolektora słonecznego, tzw. **albedo**. Jest to również promieniowanie rozproszone, którego wielkość zależy od promieniowania całkowitego $I_h = I_d + I_b$ (rozproszonego i bezpośredniego) oraz współczynnika odbicia p odpowiadającego różnym powierzchniom i przedmiotom w pobliżu kolektora.