



# DZIAŁANIE EDUKACYJNE

## Obliczanie aktywności słonecznej. Liczba Wolfa.

### Autorzy:

Dr. **Miquel Serra-Ricart**, astronom z Instytutu Astrofizyki Wysp Kanaryjskich.

**Juan Carlos Casado**, astrofotograf tierrayestrellas.com, Barcelona.

**Miguel Ángel Pío Jiménez**, astronom z Instytutu Astrofizyki Wysp Kanaryjskich.

Dr. **Vanessa Stroud**, astronom z Faulkes Telescope.

### Redakcja:

**Ariel Majcher**, astronom z Narodowego Centrum Badań i Wzrostu, wiersz.

### 1.- Oprzyrządowanie

Działanie będzie zrealizowane z wykorzystaniem cyfrowych obrazów fotosfery słonecznej, pozyskanych za pomocą teleskopu. Europejski projekt GLORIA udostępni teleskop słoneczny u użytkownika (patrz **ref3-3**). Możliwe jest również wykorzystanie innych teleskopów naziemnych, np. w ramach projektu GONG (**ref3-2**) a nawet obrazów wykonanych w przestrzeni kosmicznej (**ref3-1**).

### 2.- Notowanie aktywności Słońca (plam słonecznych)

**Uwaga:** Nie wolno patrzeć na Słońce nieuzbrojonym okiem – to bardzo niebezpieczne. Obserwacje należy prowadzić w sposób bezpieczny (patrz **ref7**).

Plamy pojawiają się na wschodzie tarczy słonecznej i przesuwać się ku zachodowi. Ich występowanie zdaje się ograniczać do obszaru między  $5^{\circ}$  a  $40^{\circ}$  północnej i południowej szerokości heliograficznej. Czas trwania plam słonecznych wynosi od kilku dni do kilku tygodni. Pozorne przemieszczanie się plam wokół tarczy to wynik ruchu obrotowego Słońca, choć niektóre mogą wykazywać niewielkie ruchy. Plama nigdy nie przekracza równika słonecznego – zawsze pozostaje na jednej z dwóch półkul, północnej lub południowej.

### 3.- Liczba Wolfa

W 1848 r. szwajcarski astronom Rudolf Wolf zaproponował metodę notowania aktywności słonecznej polegającą na ustalaniu liczby widocznych plam słonecznych, znanej jako liczba lub wskaźnik Wolfa lub wskaźnik z Zurychu (nawiasem znana także jako ISN – International Sunspot Number).

Choć jest to metoda jakościowa (istniejące metody mogą być uzupełnione lub zastąpione wskaźnikiem Wolfa, takie jak obliczanie powierzchni plam czy klasyfikacja McIntosha – **ref 8**), to jej zaletą jest to, że Wolf obliczył ją dla okresu sięgającego wstecz aż do pierwszych teleskopowych obserwacji Galileusza i notuje się ją nieprzerwanie aż do dnia dzisiejszego, w związku z czym odzwierciedla ona wyniki obserwacji aktywności słonecznej z ostatnich 400 lat.



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA





Przed przystąpieniem do oszacowania aktywności słonecznej metodą Wolfa należy zapoznać się z kilkoma definicjami tak, aby właściwie obliczyć wskaźnik aktywności.

**Grupa plam:** Zespół plam z półcieniem (penumbra) i porami, lub indywidualne pory, położone blisko siebie i wspólnie ewoluujące. W obliczeniach należy stosować klasyfikację z Zurychu (patrz cz. 4.).

**Ogniska (foci):** Do ognisk zaliczamy zarówno plamy jak i indywidualne pory. Na przykład, jeżeli w plamie wyróżnimy 2 obszary ciemne (umbra), to mamy tym samym 2 ogniska.

**Grupa jednobiegunowa:** Plama lub zwarta grupa plam, w której maksymalna odległość heliograficzna między jej krańcami nie przekracza  $3^\circ$ .

**Grupa dwubiegunowa:** Dwie plamy lub grupa kilku plam rozciągniętych na kierunku wschód-zachód tak, że odległość heliograficzna między krańcami wynosi  $3^\circ$  lub więcej.

Liczba Wolfa (W lub R) otrzymuje się z następującego równania:

$$R = k (10 G + s)$$

**k** to statystyczny współczynnik korygujący stosowany przez międzynarodowe centrum koordynacyjne (ref5), które koordynuje i **analizuje** obserwacje. Korekta uwzględnia warunki atmosferyczne oraz rodzaj instrumentu obserwacyjnego (np. teleskop, lornetka), a wartość współczynnika to zwykle mniej niż 1. W ramach niniejszego działania możemy stosować  $k = 1$ .

**G** to liczba widzialnych grup. Pojedynczy, odosobniony por liczy się jako ognisko i jako grupa.

**s** to ogólna liczba ognisk wszystkich plam, zgodnie z objaśnieniem powyżej.

Najniższą aktywność odpowiada 0 - najniższą możliwą liczbą Wolfa (zupełnie czysta powierzchnia Słońca), następuje to 11, ponieważ jedna grupa z jednym ogniskiem na tarczy słonecznej odpowiada  $G = 1$  i  $f = 1$ , a tym samym  $R = 11$ . Poczynając od 11, liczba Wolfa może wzrastać zgodnie z szeregiem liczb naturalnych (12, 13, 14 itd.). Liczba indywidualnych plam na powierzchni Słońca może być większa od liczby Wolfa przez 15. Przykłady obliczeń liczby Wolfa przedstawiają rysunki 2 i 3.

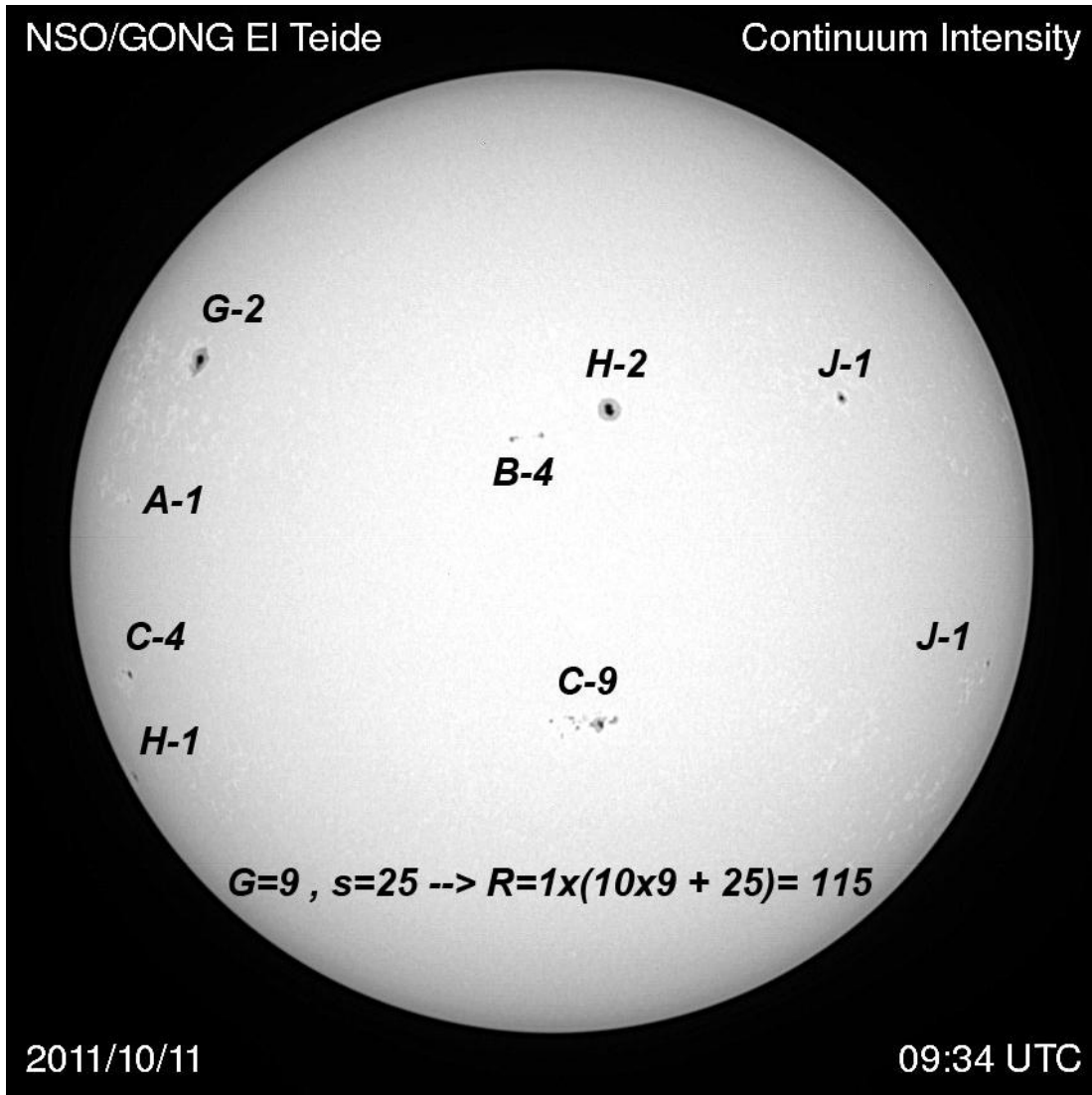


GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

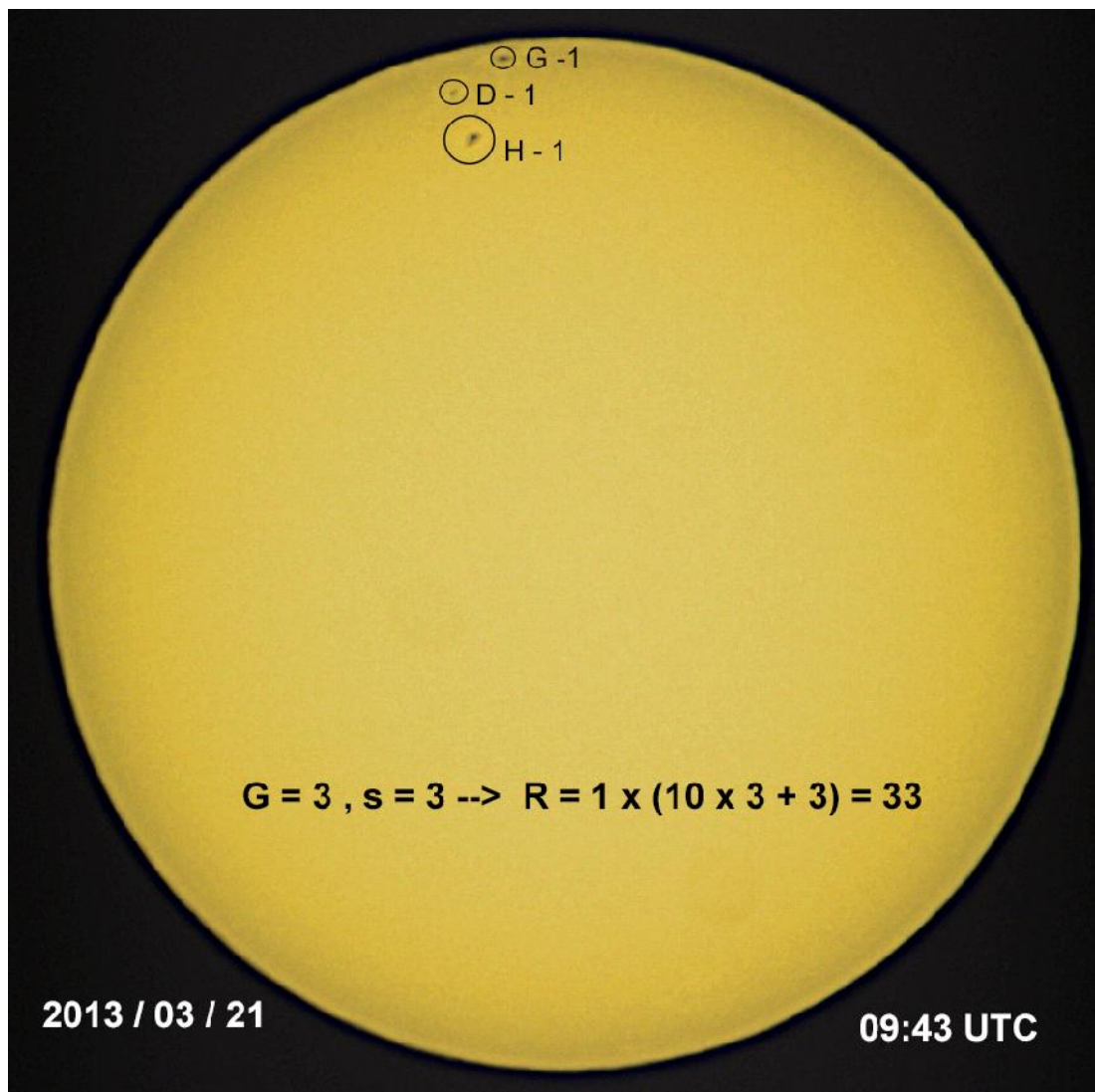


FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA





**Rysunek 2.** Obliczenie liczby Wolfa dla obrazu fotosfery słonecznej otrzymanego z teleskopu GONG (NSO, USA) zainstalowanego w Observatorio del Teide (IAC). Liczba Wolfa („Wzgl dna Liczba Plam Słonecznych” – „Relative Sunspot Number”) oficjalnie podana dla wybranego dnia przez SIDC (patrz [ref5](#)) wyniosła 87.



**Rysunek 3.** Obliczenie liczby Wolfa dla obrazu fotosfery słonecznej otrzymanego z teleskopu GONG (NSO, USA) zainstalowanego w Observatorio del Teide (IAC). Liczba Wolfa („Wzgl dna Liczba Plam Słonecznych” – „Relative Sunspot Number”) oficjalnie podana dla wybranego dnia przez SIDC (patrz **ref5**) wyniosła 23.

#### 4.- Schemat klasyfikacji z Zurychu

Oblicze liczby grup plam słonecznych, wykorzystywanej do obliczenia liczby Wolfa, dokonuje się na podstawie schematu klasyfikacji plam słonecznych z Zurychu.

Plamy zwykle występują w grupach. Idealna grupa składa się z dwóch plam o przeciwnych biegunach magnetycznych, rozciągających się w kierunku równoleżnikowym, z widocznymi pomiędzy nimi wieloma mniejszymi plamami i porami. Stanowi to odzwierciedlenie schematu klasyfikacji z Zurychu, dobrze rozwinięta plama przechodzi etapy odpowiadające wszystkim typom: A, B, C, D, E, F, G, H, J, na koniec powracając do A, ale taka sekwencja zdarza się rzadko. Plamy typu F



spotykane s niecz sto – zwykle plama ewoluuje z E bezpo rednio do G. Wiele grup dochodzi jedynie do fazy odpowiadaj cej typowi D, a wi kszo ko czy jako typ A, B lub C.

Czas trwania grupy mo e wynosi od kilku godzin w przypadku pora do kilku miesi cy w przypadku najbardziej rozbudowanych grup.

Typ	Opis	Ewolucja
A	Jednobiegunowe. Por lub mała grupa porów bez półcienia.	Pojedynczy por lub wi cej porów pojawiaj cych si bardzo blisko siebie, w dowolnym miejscu na powierzchni sło ca mi dzy $5^{\circ}$ a $40^{\circ}$ szeroko ci heliograficznej.
B	Dwubiegunowe. Wi ksza grupa porów bez półcienia, zwykle rozci gni ta na kierunku wschód-zachód.	Jeden lub wi cej porów pojawia si na wschód lub zachód od poprzedniej grupy (układ dwubiegunowy). Liczba porów wzrasta w rejonie miejsca, gdzie pojawił si pierwszy i drugi por.
C	Dwubiegunowe. Plama z półcieniem i z grup porów.	Niektóre z porów na kra cach grupy inicjuj powstanie półcienia. Najbardziej na zachód poło ony por cz sto staje si plam (plam główn ).
D	Dwubiegunowe. Dwie lub wi cej plam z porami pomi dzy nimi. Rozpi to grupy to mniej ni $10^{\circ}$ heliograficznych.	Jedna lub wi cej plam powstaje na kra cu przeciwnym do tego, na którym powstała pierwsza. Pomi dzy plamami powstaj nowe pory; pory mog powstawa tak e w obr bie plam.
E	Dwubiegunowe. Grupy plam i po rednich porów. Rozpi to grupy mi dzy $10^{\circ}$ a $15^{\circ}$ heliograficznych.	W strefie po redniej tworz si plamy, a rozpi to grupy ro nie. Na kra cach grupy mog powstawa nowe plamy. Rozpi to przynajmniej $10^{\circ}$ . Na tej samej szeroko ci, lecz na przeciwnej półkuli mo e pojawi si nowy układ.
F	Dwubiegunowe. Grupa plam i po rednich porów. Plamy rozległe i zło one. Rozpi to grupy przekracza $15^{\circ}$ heliograficznych.	Grupa nadal rozrasta si w sposób nieregularny. Pojawiaj si projekcje porów i jasne mostki. Plamy s nieregularne i gwałtownie zmieniaj kszytały. Dwubiegunowo zanika i pojawia si wielobiegunowo . To punkt szczytowy rozwoju. Rozpi to grupy wynosi przynajmniej $15^{\circ}$ .
G	Dwubiegunowe. Rozkład grupy – plamy kra cowe bez porów po rednich Rozpi to grupy poni ej $10^{\circ}$ heliograficznych.	Zaczyna si rozkład grupy. Znikaj pory i plamy po rednie, plamy kra cowe zaokr gają si i powraca dwubiegunowo . Rozpi to grupy około $10^{\circ}$ .
H	Jednobiegunowe. Plama z półcieniem o rozpi to ci ponad $2,5^{\circ}$ heliograficznych.	Znikaj pory i plamy na jednym z kra ców, zanika dwubiegunowo ; pozostaje jedna lub wi cej plam z porami lub bez, skupionych w jednym miejscu. Rozpi to grupy ponad $2,5^{\circ}$ .
J	Jednobiegunowe. Plama z półcieniem o rozpi to ci poni ej $2,5^{\circ}$ heliograficznych.	Jedna lub dwie plamy, zwykle bez porów w pobl u, o rozpi to ci poni ej $2,5^{\circ}$ .



**Trudno ci.** Pewne trudno ci mog si pojawi w przypadku rozró niania pomi dzy dwoma pozornie podobnymi, ale zupełnie innymi typami grup, jak np. typy C i H. We wła ciwym sklasyfikowaniu grupy mo e pomóc obserwacja jej ewolucji. Nie ma to jednak wpływu na obliczenie liczby Wolfa.

Czasami rozró nienia mi dzy dwoma typami (D i E, E i F, F i G, H i J) mo na dokona jedynie na podstawie rozpi to ci grupy; w celu okre lenia wielko ci grup, które trudno sklasyfikowa , zalecamy stosowanie szablonu pokazuj cego południki i równole niki słoneczne.

Niekiedy trudno jest te ustali czy zespół plam b d ognisk nale y do jednej czy dwóch grup. Dokonanie ustalenia powinno polega na pomiarze biegunowo ci magnetycznych, ale we wła ciwym rozstrzygni ciu powinno obserwatorowi pomóc do wiadczenie i obserwacje w kolejnych dniach.

## 5.- Odniesienia

**ref1** - SOHO Observatory (<http://sohowww.nascom.nasa.gov>)

**ref2** - GONG Telescopes Network (<http://gong.nso.edu/>)

**ref3** - Obrazy Słó ca (fotosfery) z Internetu.

1.- Z kosmosu (satelita SOHO)

[http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi\\_igr/1024/latest.jpg](http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi_igr/1024/latest.jpg)

2.- Z sieci teleskopów naziemnych (GONG)

<http://gong2.nso.edu/dailyimages/>

3.- Obrazy Słó ca (fotosfery) z automatycznego teleskopu solarne go TAD (Teide Observatory, IAC), pozyskane w ramach projektu GLORIA <http://users.gloria-project.eu> (Eksperyment Słoneczny)

**ref4** – Obrazy Wielkich Zjawisk Niebieskich <http://www.tierrayestrellas.com>

**ref5** – Centrum Analizy Danych o Wpływach Słonecznych (Solar Influences Data Analysis Center –SIDC), Królewskie Obserwatorium Belgii

<http://sidc.oma.be/index.php3>

**ref6** – Kosmiczny O rodek Prognozowania Pogody (Space Weather Prediction Center -SWPC- , USA) <http://www.swpc.noaa.gov/>

**ref7** – Bezpieczne obserwowanie Słó ca

[http://www.cascaeducation.ca/files/solar\\_observing.html](http://www.cascaeducation.ca/files/solar_observing.html)

**ref8** – Klasyfikacja McIntosha [http://www.astrogea.org/divulgacio/sol\\_mcintosh.htm](http://www.astrogea.org/divulgacio/sol_mcintosh.htm)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

