

# ŠTO SE SVE MOŽE VIDJETI NA SUNCU?

Povremene pojave na površini Sunca (otosfera), koje podsjećaju na pjege sa središnjim tamnim područjem (umbra) okruženim svjetljom penumbrom. To su područja pojačanog magnetskog polja, koje sprječava dotok vruće plazme iz nižih slojeva Sunca, pa stoga imaju nižu temperaturu od okoline (3000 - 4500 K). U njihovoј okolini često se mogu uočiti Sunčevi bljeskovi.

PJEGE

Fakule ili Sunčeve baklje su svijetla područja na Suncu, koja su nešto toplija od ostatka fotosfere i formiraju se između granula, često u blizini Sunčevih pjega. Usljed pojačanog magnetskog polja u njima se stvaraju područja rijeđe i prozirnije plazme kroz koju je moguće vidjeti u dublje i toplije slojeve Sunca.

FAKULE

Površina Sunca prekrivena je granulama, tzv. konvektivnim ćelijama promjera od oko 1 500 km, čija se središta izdižu donoseći toplinu iz unutrašnjosti dok se hladniji rubovi spuštaju. Pojedine granule imaju životni vijek od 8 do 20 minuta.

GRANULACIJA

Sastoje se od kromosferske plazme „zarobljene“ magnetskim poljem u Sunčevu koronu. Na rubu Sunčevog diska ih uočavamo kao svijetle strukture (prominencije), dok ih na Sunčevom disku uočavamo kao tamne strukture (filamenti), jer su hladnije i gušće od okoline.

FILAMENTI

PROMINENCIJE

VI STE OVDJE!

LIJEVO: Snimka Sunca u bijeloj svjetlosti (otosfera)

POZADINA: Kromosfera Sunca (unutarnji dio atmosfere Sunca) snimljena pomoću H $\alpha$  filtra  
GORE: Snimka Sunčeve korone u vrijeme potpune pomrčine Sunca

KORONA

Korona je vanjski dio Sunčeve atmosfere vrlo niske gustoće, koji doseže temperature od više milijuna kelvina. Koronu opažamo u dijelu spektra vrlo visokih frekvencija, kao što je ultraljubičasto ili X-zračenje. Mehanizam grijanja korone nije još sasvim poznat, ali se smatra da je posljedica oslobođanja energije pohranjene u Sunčevom magnetskom polju. U vidljivom dijelu spektra moguće ju je promatrati tijekom potpune pomrčine Sunca ili koronografom - uređajem koji prekriva sjajni Sunčev disk.



PoKRet



Europska Unija  
Ulaganje u budućnost  
Projekt je sufinancirala Europska Unija iz  
Europskog socijalnog fonda

# SUNCE

**PROMJER:** 1 392 000 km  
(109 Zemljinih promjera)

**OPSEG:** 4 370 005 km

**MASA:**  $1.989 \times 10^{30}$  kg  
(333 000 Zemljinih masa)  
99.86 % mase Sunčevog sustava

**UDALJENOST:** 149 600 000 km = 1 AJ  
(astronomска jedinica)  
8.3 min brzinom svjetlosti

**ROTACIJA:** 25 dana (ekvator)  
34 dana (polovi)

**BRZINA:** 220 km/s oko središta galaktike  
370 km/s u odnosu na pozadinsko mikrovalno zračenje

**SASTAV:** vodik (73.46%), helij (24.85%), kisik (0.77%), ugljik (0.29%), željezo (0.16%), neon (0.12%)

**TEMPERATURA:** 15 700 000 K (središte)  
5 780 K (površina)  
2 000 000 K (korona)

**STAROST:** 4.6 milijardi godina

## ŠTO JE SUNCE?

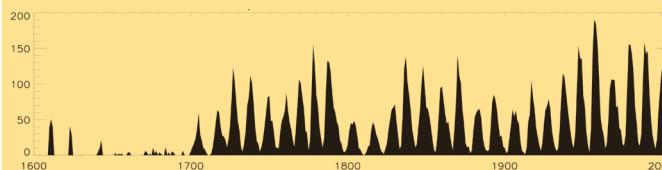
Sunce je naša najbliža zvijezda oko koje se gibaju Zemlja i druga tijela Sunčevog sustava. Iako Sunce nazivamo „žutim patuljkom”, procijenjuje se da je veće od 85% zvijezda Mliječnog puta, naše matične galaktike. Stvarna boja Sunca je žuto-zelena (spektralni tip zvijezde G2V), no zbog raspršenja plavog dijela spektra svjetla u Zemljinoj atmosferi, ono poprima žutu nijansu.

Sunce se po masenom udjelu sastoji većinom od vodika (73.5%), s manjim udjelom helija (24.9%). U središtu, pri temperaturama većim od 15 milijuna stupnjeva, odvija se nuklearna fuzija prilikom čega od vodika nastaje helij i velike količine energije. Ta energija omogućuje život na Zemlji.

Vidljiva površina Sunca zove se fotosfera i debljine je nekoliko stotina kilometara. Iznad fotosfere nalazi se Sunčeva atmosfera koja se sastoji od kromosfere i korone te se u obliku Sunčevog vjetra nastavlja kroz čitav Sunčev sustav. Sunčev vjetar čine ionizirani atomi koji brzinama 300 – 800 km/s napuštaju korunu i dosežu udaljenosti veće od 100 AU, gdje u međudjelovanju s međuvjezdanim medijem formiraju granice heliosfere – područja pod utjecajem Sunca.

## SUNČEV CIKLUS

Sunčev ciklus je periodična promjena magnetske aktivnosti na Suncu tijekom razdoblja od 11 godina. Minimum Sunčeve aktivnosti karakterizira malen broj Sunčevih pjega, dok je za vrijeme maksima njihov broj znatno veći. Na kraju ciklusa magnetski polovi Sunca zamijene mjesta.



Sunčeve pjege nastaju i nestaju tijekom nekoliko dana, no mogu trajati i tjednima te su često grupirane u područja koja iz dana u dan mijenjaju svoj oblik i veličinu. Najveće opežene Sunčeve pjege mogu imati promjer veći od planeta Jupitera (160 000 km). Područja iznad grupe pjega u Sunčevoj atmosferi obično su povezana sa pojačanom aktivnošću (tzv. aktivna područja). Ona su često izvorišta Sunčevih bljeskova (provala energije s emisijom širokog spektra elektromagnetskog zračenja, od radio valova do gama zračenja) te koroninih izbačaja (erupcija magnetizirane plazme iz Sunčeve korone u međuplanetarni prostor). U maksimumu Sunčevog ciklusa, kada je Sunce magnetski aktivnije, može se, osim povećanog broja Sunčevih pjega, također uočiti povećani broj, Sunčevih bljeskova i koroninih izbačaja.

Oscilacije u Sunčevoj aktivnosti mogu uzrokovati i promjene u Zemljinoj klimi, budući da je Sunce glavni izvor energije za klimatski sustav na Zemlji. Iako promjene u ukupnom Sunčevom zračenju za vrijeme jednog ciklusa iznose samo oko 0.1%, postoje jasne indikacije da je klima bila nešto hladnija u razdobljima kada je Sunčeva aktivnost bila znatno manja nego danas (npr. „Maunderov minimum”, u razdoblju od 1645. do 1715. godine). Mogući mehanizmi utjecaja Sunčeve aktivnosti na klimu i dalje su predmet intenzivnih znanstvenih istraživanja.

## ERUPCIJE NA SUNCU I POLARNA SVJETLOST

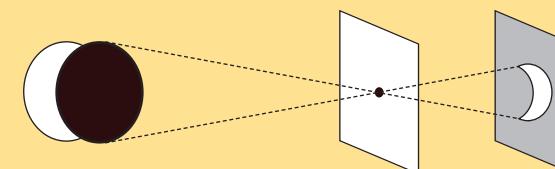
Sunčevi bljeskovi se po jačini, odnosno količini emitiranog X-zračenja svrstavaju u klase A, B, C, M i X. Snažni bljeskovi emitiraju veliku količinu X-zračenja, koja može uzrokovati poremećaje u radu komunikacijskih satelita. Oni također mogu biti uzrokom snopova vrlo brzih elektrona i protona, koji mogu oštetiti satelite te predstavljati opasnost za astronaute i pilote.

Najsnažniji Sunčevi bljeskovi često su popraćeni vrlo intenzivnim koroninih izbačajima koji, ukoliko stignu do Zemlje i imaju pogodnu magnetsku strukturu, mogu međudjelovati sa Zemljinim magnetskim poljem te uzrokovati tzv. geomagnetske oluje. Prilikom geomagnetskih oluja induciraju se struje u Zemljinoj atmosferi, a one uzrokuju spektakularnu polarnu svjetlost (auroru), ali i štete na električnoj mreži.

Najintenzivniji koronini izbačaji mogu uzrokovati polarnu svjetlost vidljivu čak i iz Hrvatske! Kod nas su zabilježena dva slučaja 1991., jedan 2000., čak tri 2003. te jedan 2015. godine. U veljači 2014. godine fotografije crvenkaste aurore snimljene su na području Slovenije. Najsnažnija zabilježena oluja dogodila se 1859. godine, kada su se dan nakon vrlo intenzivnog bljeska prekinule telegrafske veze, a polarna svjetlost mogla se vidjeti iznad Kube!

## OPAŽANJE SUNCA

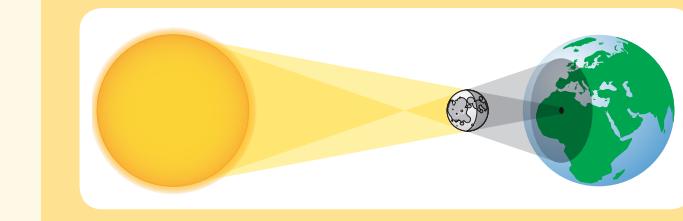
**SUNCE SE NE SMIJE GLEDATI IZRAVNO!** Direktno gledanje Sunca golim okom prouzročiti će trajna oštećenja oka, a uz optičko pomagalo spržiti će rožnicu i uzrokovati trenutno sljepilo! Za promatranje Sunca obavezno je koristiti filter, koji se stavlja ispred objektiva teleskopa ili dalekozora. U trgovinama astronomskom opremom mogu se nabaviti naočale za opažanje Sunca. Maske za zavarivanje se također mogu koristiti ako imaju oznaku DIN 13 ili više.



Za opažanje Sunca, naročito djelomične pomrčine, dovoljno je koristiti metodu projekcije (skica iznad). Na tvrdem papiru izbuši se sitna rupica (1mm) kroz koju će se projicirati slika Sunca na drugi papir udaljen oko 2 m. Što je udaljenost veća, slika Sunca će biti veća, ali i tamnija. Koristite li karton, rupicu izbušite na aluminijskoj foliji koju ćete zalijepiti na otvor izrezanom u kartonu. Radite li projekciju s djecom, izbušite nekoliko rupica u raznim oblicima - smajlići, slova i slično. Filtere za promatranje Sunca možete nabaviti u trgovinama: Teleskop centar (<http://teleskopcentar.hr>) i OI Optimus (<http://www.oj-optimus.hr>).

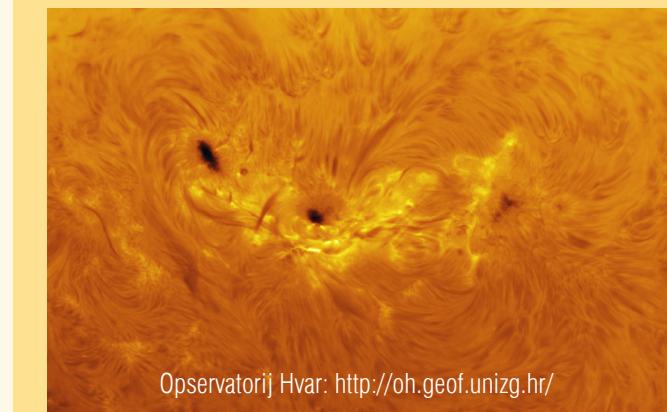
## POMRČINA SUNCA

Pomrčina Sunca nastaje kada se Mjesec nađe između Sunca i Zemlje, a opaža se samo na malenom području Zemlje, gdje Mjeseceva sjena prekriva Zemljinu površinu. Na području gdje Mjesec sasvim zakloni Sunce dešava se potpuna pomrčina, a u ostalim krajevima moguće je vidjeti djelomičnu pomrčinu. Za vrijeme potpune pomrčine koja traje nekoliko minuta može se osjetiti zahlađenje, nebo poprimi boje sumraka, vide se planeti i najsjajnije zvijezde, a oko zamraćenog Sunca vidljiva je prekrasna korona. Potpuna pomrčina rijedak je, ali spektakularan događaj zbog mnogi ljubitelji astronomije putuju na udaljena mjesta. Posljednja potpuna pomrčina u Hrvatskoj bila je 1961. godine, a sljedeća je 2081. godine. Nakon djelomične pomrčine Sunca 20.03.2015. sljedeća će u našim krajevima biti vidljiva 25.10.2022. Nadolazeće potpune pomrčine Sunca u blizini su 12.08.2026. u Španjolskoj te 02.08.2027. u sjevernoj Africi.



## OPSEVATORIJ HVAR

Na Hvaru je 1972. godine osnovan Opsevatorij Hvar, gdje se uz stelarne teleskope nalaze i dva refraktorska teleskopa za praćenje Sunčeve aktivnosti. Teleskop promjera 217 mm opremljen je filterom koji propušta bijelu svjetlost i koristi se za opažanje fotosfere i Sunčevih pjega. Drugi teleskop promjera 130 mm posjeduje H $\alpha$  filter i koristi se za promatranje kromosfere. Svrha teleskopa je snimanje aktivnih područja na Suncu visokog razlučivanja te praćenje pojava kao što su Sunčevi blijeskovi i filamenti.



Opsevatorij Hvar: <http://oh.geof.unizg.hr/>