

Fenomene eruptive și consecințe geodinamice

D. Beșliu-Ionescu^{1,2}

¹Institutul Astronomic al Academiei Române

²Institutul de Geodinamică “Sabba S. Ștefănescu” al Academiei Române

3 Mai 2022



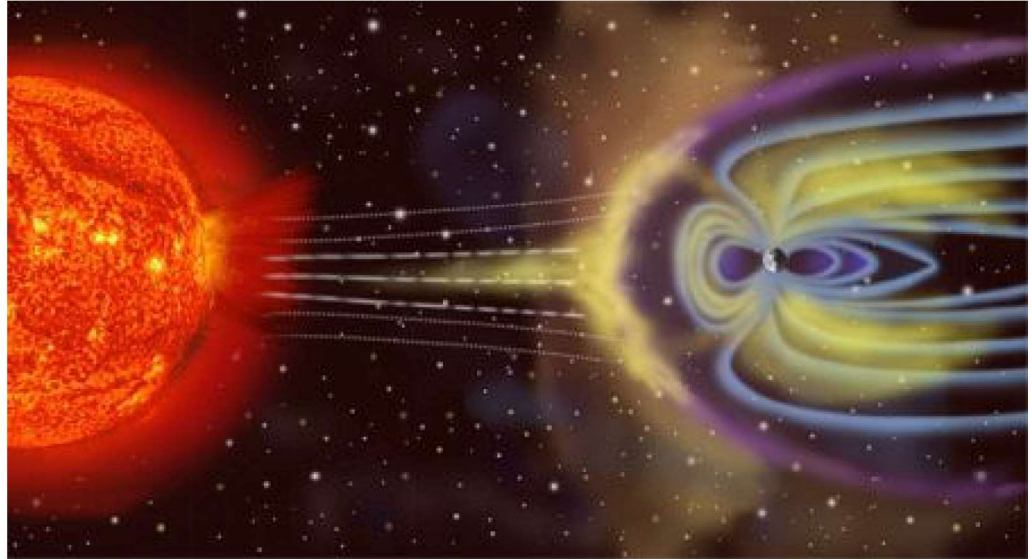
Academia Română
of the Romanian Academy

Outline

- 1 Introducere
 - Vreme spațială
- 2 Fenomene eruptive
 - Erupții solare
 - Ejecții coronale de masă
 - Erupții de filamente/ protuberanțe
- 3 Fenomene staționare
- 4 Consecințe geodinamice
 - Furtuni geomagnetice
 - Indici geomagnetici
- 5 Exemple
 - Furtună geomagnetică asociată unei ECM
 - Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



- Heliosferă
- Magnetosferă
- Ce este vremea spațială?
- Factorii determinanți ai vremii spațiale
- Starea și prognoza vremii spațiale



©NASA



Facultatea de Fizică
Universitatea de Științe
și Tehnologie

1 Introducere

- Vreme spațială

2 Fenomene eruptive

- Erupții solare
- Ejecții coronale de masă
- Erupții de filamente/ protuberanțe

3 Fenomene staționare

4 Consecințe geodinamice

- Furtuni geomagnetice
- Indici geomagnetici

5 Exemple

- Furtună geomagnetică asociată unei ECM
- Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar

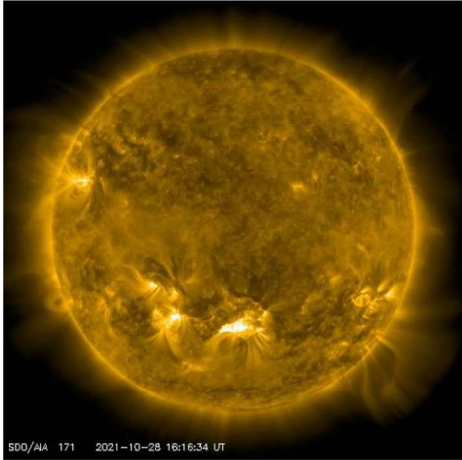
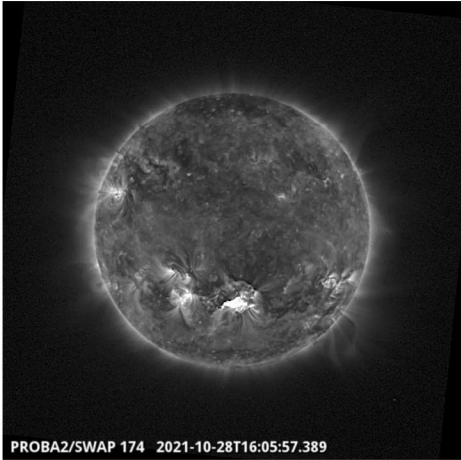


Institutul Național
de Științe Spațiale

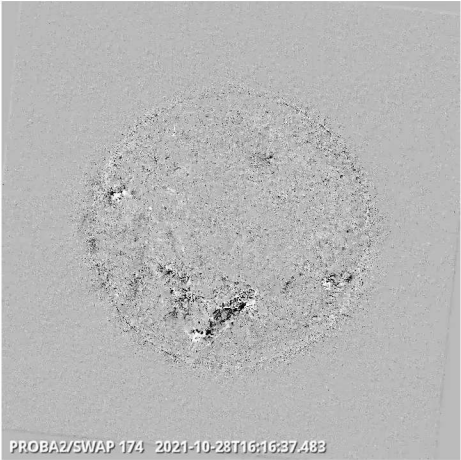
National Institute
of Space Sciences



Erupții solare



©Proba 2/SWAP, SDO/AIA, ESA/NASA



Institute of Space and Astronautical Sciences
of the Romanian Academy

Definiție:

O variație bruscă, rapidă și intensă în strălucire (anumite filtre).

Când?

Energia magnetică acumulată în regiunile active este eliberată brusc.

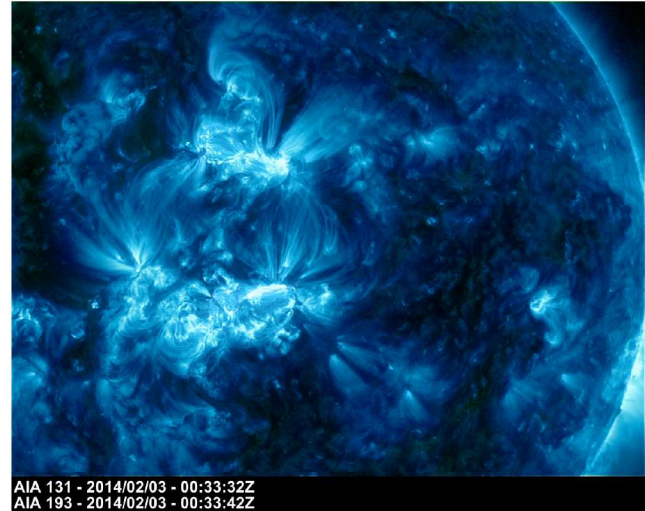
Cum?

Radiație emisă în întreg spectru electromagnetic.

Cât?

Energia echivalentă a 100 megatone de bombe de hidrogen / $\sim 10^{32} \text{ergs}$

Prima erupție detectată la 1 septembrie 1859.



©SDO/AIA



1 Introducere

- Vreme spațială

2 Fenomene eruptive

- Erupții solare
- Ejecții coronale de masă
- Erupții de filamente/ protuberanțe

3 Fenomene staționare

4 Consecințe geodinamice

- Furtuni geomagnetice
- Indici geomagnetici

5 Exemple

- Furtună geomagnetică asociată unei ECM
- Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



Institutul Național de Științe
spațiale

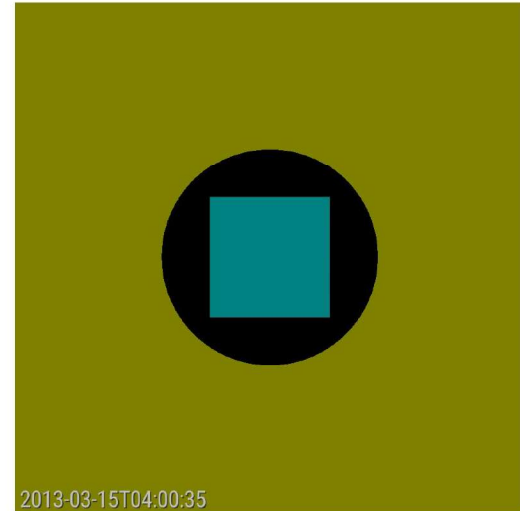
Institute of Space Sciences



Ejecții coronale de masă

- O schimbare notabilă în structura coroanei care
1. se petrece la o scară de timp de câteva minute până la câteva ore.
 2. presupune apariția (și mișcarea către exterior) a unei caracteristici noi, discrete, strălucitoare, în lumină albă în câmpul de vedere al coronagrafului.

Schwenn, 2006 (Living Reviews)



© JHelioviewer SOHO/LASCO/EIT

<http://www.jhelioviewer.org/>



Academia Română de Științe
of the Romanian Academy



1 Introducere

- Vreme spațială

2 Fenomene eruptive

- Erupții solare
- Ejecții coronale de masă
- Erupții de filamente/ protuberanțe

3 Fenomene staționare

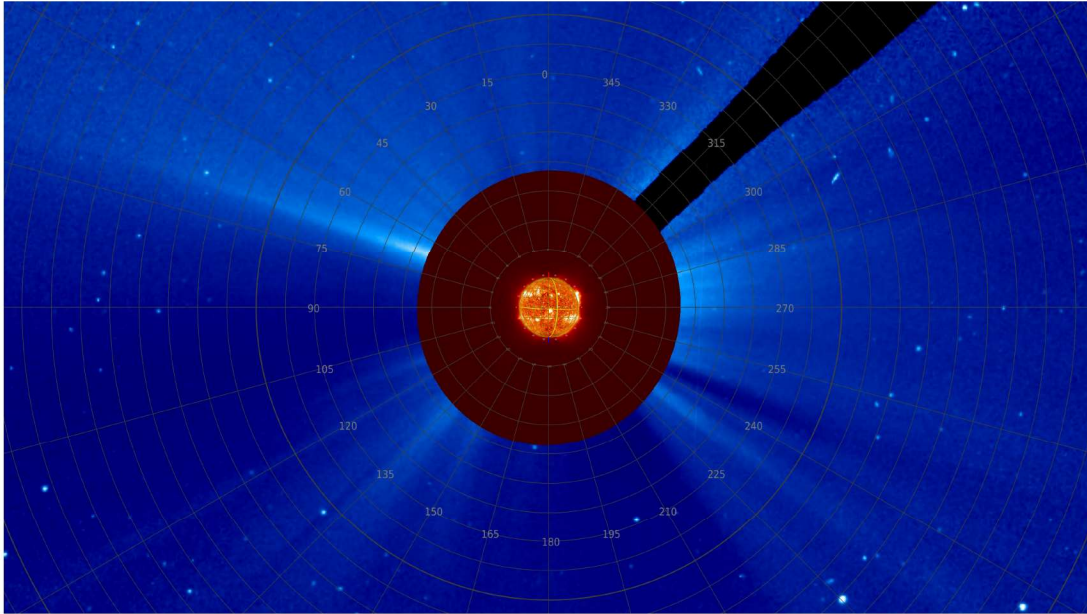
4 Consecințe geodinamice

- Furtuni geomagnetice
- Indici geomagnetici

5 Exemple

- Furtună geomagnetică asociată unei ECM
- Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar





©Solar Orbiter/EUI and SOHO/LASCO teams, ESA & NASA



Academia Română
Institutul Național de Fizică
și Tehnologie

Definiție:

Jing et al. (2004): un eveniment cu mișcare semnificativă pe verticală, în sus și cu cel puțin 50% din material dispărând în timpul unei zile.

Mecanisme:

Mouradian et al. (1995)

1. Dispariție dinamică bruscă datorată restructurării câmpului magnetic.
2. Dispariție termică datorată încălzirii plasmei din filament, care va reapare după ce se răcește.

Dispariția filamentelor \Leftrightarrow erupție

solarmonitor.org swe.ssa.esa.int spaceweather.com



Academia Română de Științe
Romanian Academy of Sciences

1 Introducere

- Vreme spațială

2 Fenomene eruptive

- Erupții solare
- Ejecții coronale de masă
- Erupții de filamente/ protuberanțe

3 Fenomene staționare

4 Consecințe geodinamice

- Furtuni geomagnetice
- Indici geomagnetici

5 Exemple

- Furtună geomagnetică asociată unei ECM
- Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



Academia Română
of the Romanian Academy

Vântul solar

	Vânt solar rapid	Vânt solar lent
Viteză	400 – 800 km s ⁻¹	250 – 400 km s ⁻¹
Densitate de protoni	3 cm ⁻³	10 cm ⁻³
Temperatura protonilor	2.3 × 10 ⁵ K	3.4 × 10 ⁵ K
Flux de particule	2 × 10 ⁸ cm ⁻² s ⁻¹	3.7 × 10 ⁸ cm ⁻² s ⁻¹
He	3.6% staționar	< 2.5% variabil

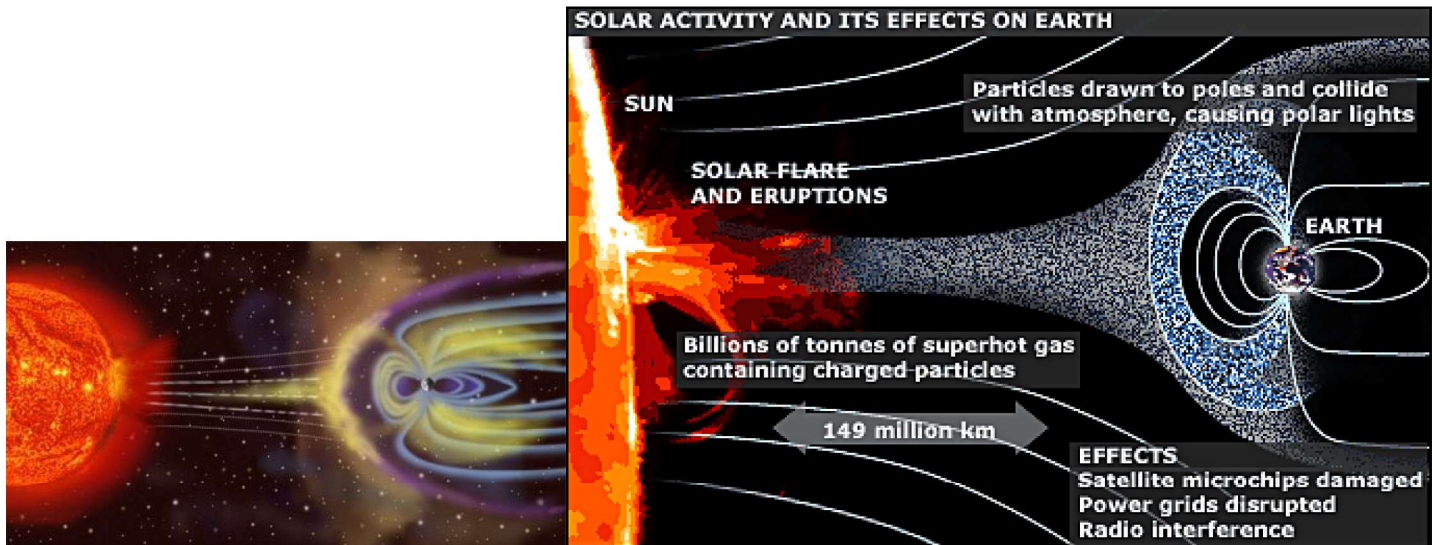


Institutul Național de Științe
spațiale și Astronautice

- 1 Introducere
 - Vreme spațială
- 2 Fenomene eruptive
 - Erupții solare
 - Ejecții coronale de masă
 - Erupții de filamente/ protuberanțe
- 3 Fenomene staționare
- 4 Consecințe geodinamice**
 - Furtuni geomagnetice
 - Indici geomagnetici
- 5 Exemple
 - Furtună geomagnetică asociată unei ECM
 - Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



Astronomical Institute
of the Romanian Academy

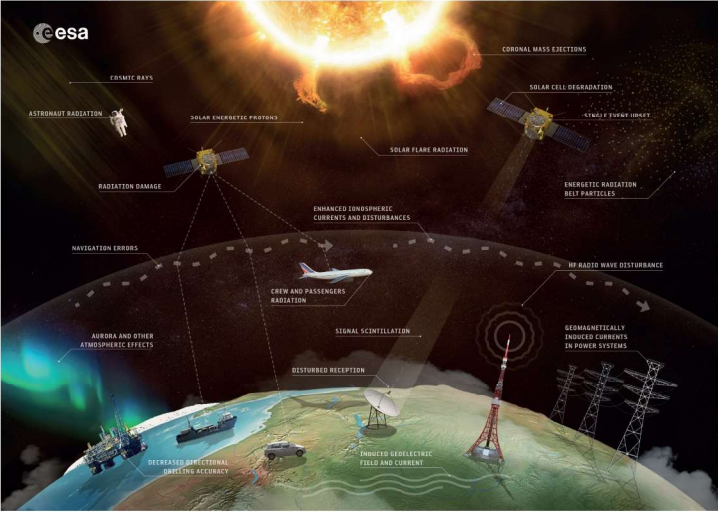


©NASA/ESA

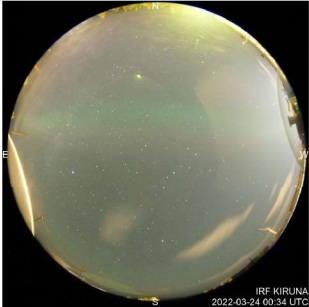
- 1 Introducere
 - Vreme spațială
- 2 Fenomene eruptive
 - Erupții solare
 - Ejecții coronale de masă
 - Erupții de filamente/ protuberanțe
- 3 Fenomene staționare
- 4 Consecințe geodinamice**
 - **Furtuni geomagnetice**
 - Indici geomagnetici
- 5 Exemple
 - Furtună geomagnetică asociată unei ECM
 - Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



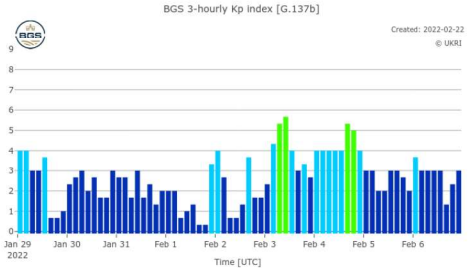
Perturbări ale câmpului magnetic/Furtuni geomagnetice



ESA



Kiruna Observatory/ESA



Institute of Space and Astronautical Sciences
of the Japanese Aerospace Exploration Agency



- 1 Introducere
 - Vreme spațială
- 2 Fenomene eruptive
 - Erupții solare
 - Ejecții coronale de masă
 - Erupții de filamente/ protuberanțe
- 3 Fenomene staționare
- 4 **Consecințe geodinamice**
 - Furtuni geomagnetice
 - **Indici geomagnetici**
- 5 Exemple
 - Furtună geomagnetică asociată unei ECM
 - Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar



Câmp magnetic – Indici geomagnetici locali

Câmp magnetic terestru $\rightarrow \sim$ dipol

Particulele încărcate din vântul solar \rightarrow curenți electrici \rightarrow perturbări ale intensității câmpului magnetic

\rightarrow variații ale câmpului magnetic măsurate cu magnetometru

Măsurători D și H + variații solare normale (regular) \rightarrow K local



Indici planetari

K_p = Boulder K-index pentru valori K Planetare în timp real care definesc furtuna geomagnetică pe scala NOAA de Meteorologie cosmică Derivat din K → cuantifică perturbația din componenta orizontală a câmpului magnetic terestru

Scală	Descriere	Efecte	Indice	Frecvență
G5	Extremă	Sisteme de curent: probleme, pene	$K_p = 9$	4/ciclu
G4	Severă	Sisteme de curent: probleme	$K_p = 8$	100/ciclu
G3	Puternică	Sisteme de curent: corecții de curent	$K_p = 7$	200/ciclu
G2	Moderată	Sisteme de curent: probleme la latitudini mari	$K_p = 6$	600/ciclu
G1	Minoră	Sisteme de curent: mici fluctuații	$K_p = 5$	1700/ciclu

A = medie zilnică a activității geomagnetice

D_{st} = Disturbance Storm Time Index = puterea inelului de curent din jurul Pământului

Valori negative → câmpul magnetic terestru este micșorat

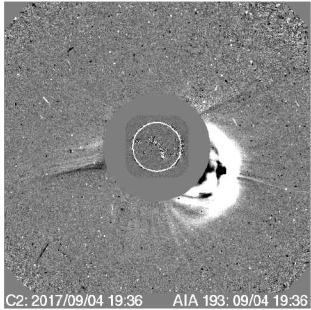
Descriere	D_{st}
Minoră	$D_{st} < -30$ nT
Moderată	$D_{st} < -50$ nT
Puternică	$D_{st} < -100$ nT
Severă	$D_{st} < -200$
Extremă	$D_{st} < -350$



- 1 Introducere
 - Vreme spațială
- 2 Fenomene eruptive
 - Erupții solare
 - Ejecții coronale de masă
 - Erupții de filamente/ protuberanțe
- 3 Fenomene staționare
- 4 Consecințe geodinamice
 - Furtuni geomagnetice
 - Indici geomagnetici
- 5 Exemple
 - Furtună geomagnetică asociată unei ECM
 - Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar

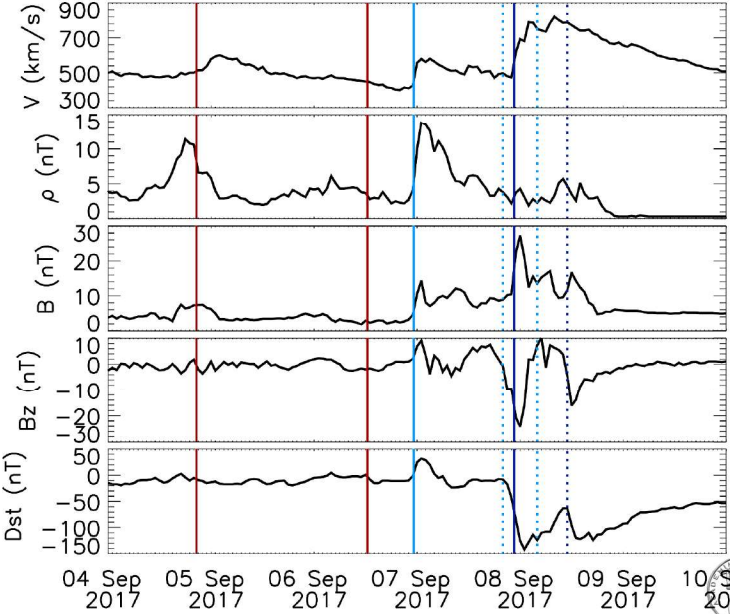


Institutul Național de Științe
spațiale



©JHelioviewer SOHO/LASCO/EIT

- ECM – 04 Sep 2017 20:36
- SD – 6 Sep 2017 23:47
- ICME – 7 Sep 20:00– 8 Sep 04:00



1 Introducere

- Vreme spațială

2 Fenomene eruptive

- Erupții solare
- Ejecții coronale de masă
- Erupții de filamente/ protuberanțe

3 Fenomene staționare

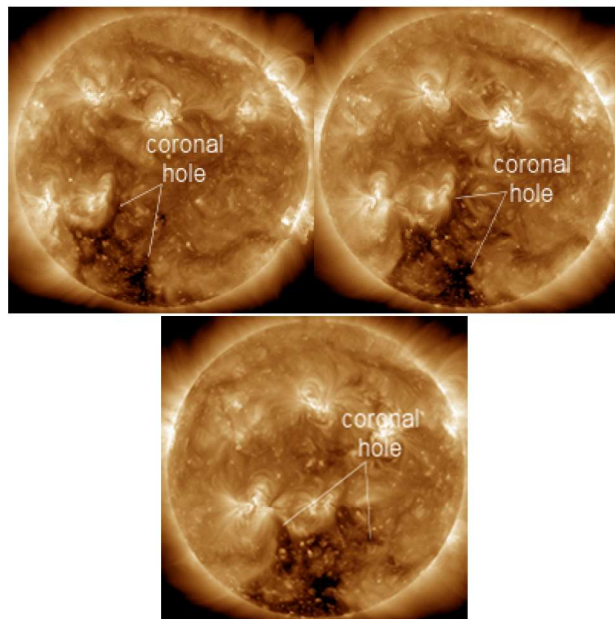
4 Consecințe geodinamice

- Furtuni geomagnetice
- Indici geomagnetici

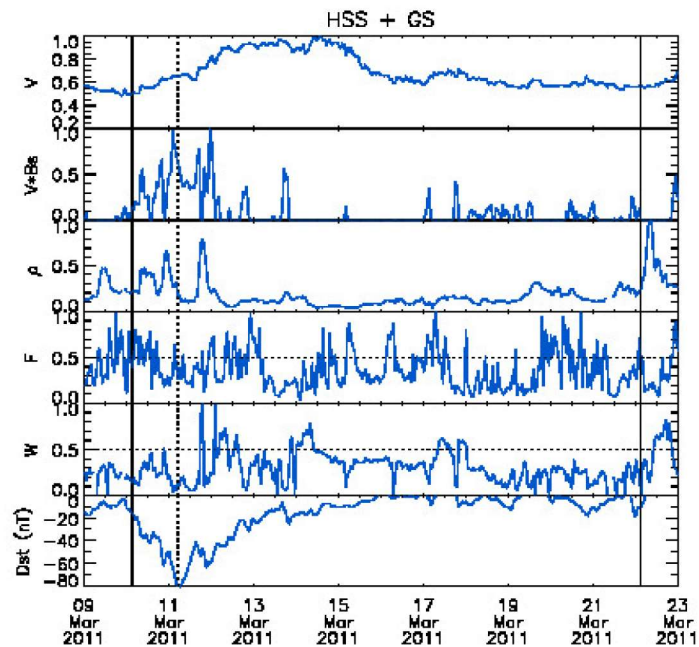
5 Exemple

- Furtună geomagnetică asociată unei ECM
- Furtună geomagnetică asociată unui curent de mare viteză din vântul solar





©spaceweather.com



Besliu-Ionescu et al., 2022



Institute of Space and Astronautical Sciences
of the Romanian Academy

Și totuși...

FEBRUARY 8, 2022

GEOMAGNETIC STORM AND RECENTLY DEPLOYED STARLINK SATELLITES

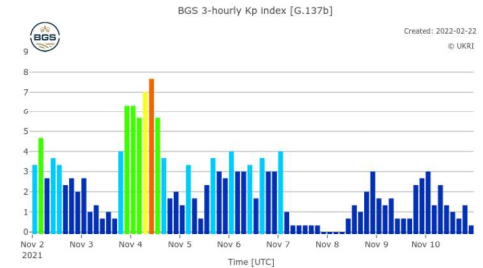
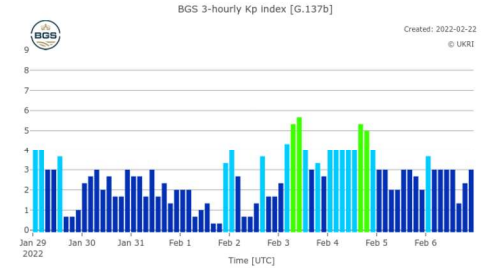
On Thursday, February 3 at 1:13 p.m. EST, Falcon 9 launched 49 Starlink satellites to low Earth orbit from Launch Complex 39A (LC-39A) at Kennedy Space Center in Florida. Falcon 9's second stage deployed the satellites into their intended orbit, with a perigee of approximately 210 kilometers above Earth, and each satellite achieved controlled flight.

SpaceX deploys its satellites into these lower orbits so that in the very rare case any satellite does not pass initial system checkouts it will quickly be deorbited by atmospheric drag. While the low deployment altitude requires more capable satellites at a considerable cost to us, it's the right thing to do to maintain a sustainable space environment.

Unfortunately, the satellites deployed on Thursday were significantly impacted by a geomagnetic storm on Friday. These storms cause the atmosphere to warm and atmospheric density at our low deployment altitudes to increase. In fact, onboard GPS suggests the escalation speed and severity of the storm caused atmospheric drag to increase up to 50 percent higher than during previous launches. The Starlink team commanded the satellites into a safe-mode where they would fly edge-on (like a sheet of paper) to minimize drag—to effectively "take cover from the storm"—and continued to work closely with the Space Force's 18th Space Control Squadron and LeoLabs to provide updates on the satellites based on ground radars.

Preliminary analysis show the increased drag at the low altitudes prevented the satellites from leaving safe-mode to begin orbit raising maneuvers, and up to 40 of the satellites will reenter or already have reentered the Earth's atmosphere. The deorbiting satellites pose zero collision risk with other satellites and by design demise upon atmospheric reentry—meaning no orbital debris is created and no satellite parts hit the ground. This unique situation demonstrates the great lengths the Starlink team has gone to ensure the system is on the leading edge of on-orbit debris mitigation.

© <https://www.spacex.com/updates/>



© ESA <https://swe.ssa.esa.int/bgs-federated>



Vă mulțumesc pentru atenție!

Să aveți parte de mult Soare!
diana.ionescu@astro.ro

Licență 2021, UTCN, Apj

This work focuses on experimenting with different machine learning methods trained on white-light coronagraph datasets of close to sun CMEs, to estimate whether such a newly erupting ejection has the potential to induce geomagnetic activity. We developed binary classification models using logistic regression, K-Nearest Neighbors, Support Vector Machines, feed forward artificial neural networks, as well as ensemble models. At this time, we limited our forecast to exclusively use solar onset parameters, to ensure extended warning times. We discuss the main challenges of this task, namely the extreme imbalance between the number of geoeffective and ineffective events in our dataset, along with their numerous similarities and the limited number of available variables. We show that even in such conditions, adequate hit rates can be achieved with these models.

Institutul Astronomic al Academiei Române

Stagii, lucrări de licență, dizertații
teze de doctorat, posturi de asistent cercetare etc.
astro@astro.ro



Academia Română
of the Romanian Academy

