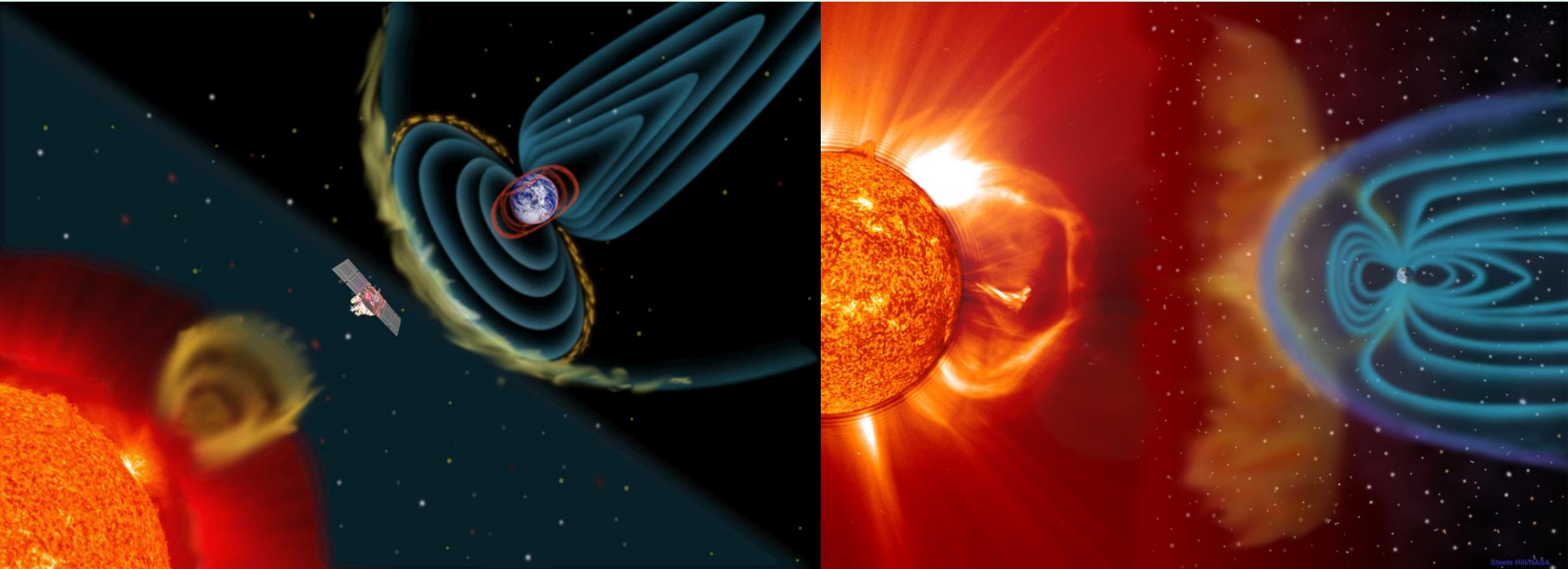


A bolygók űridőjárása

Kecskeméty Károly - Opitz Andrea
RMI Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály

Űridőjárás



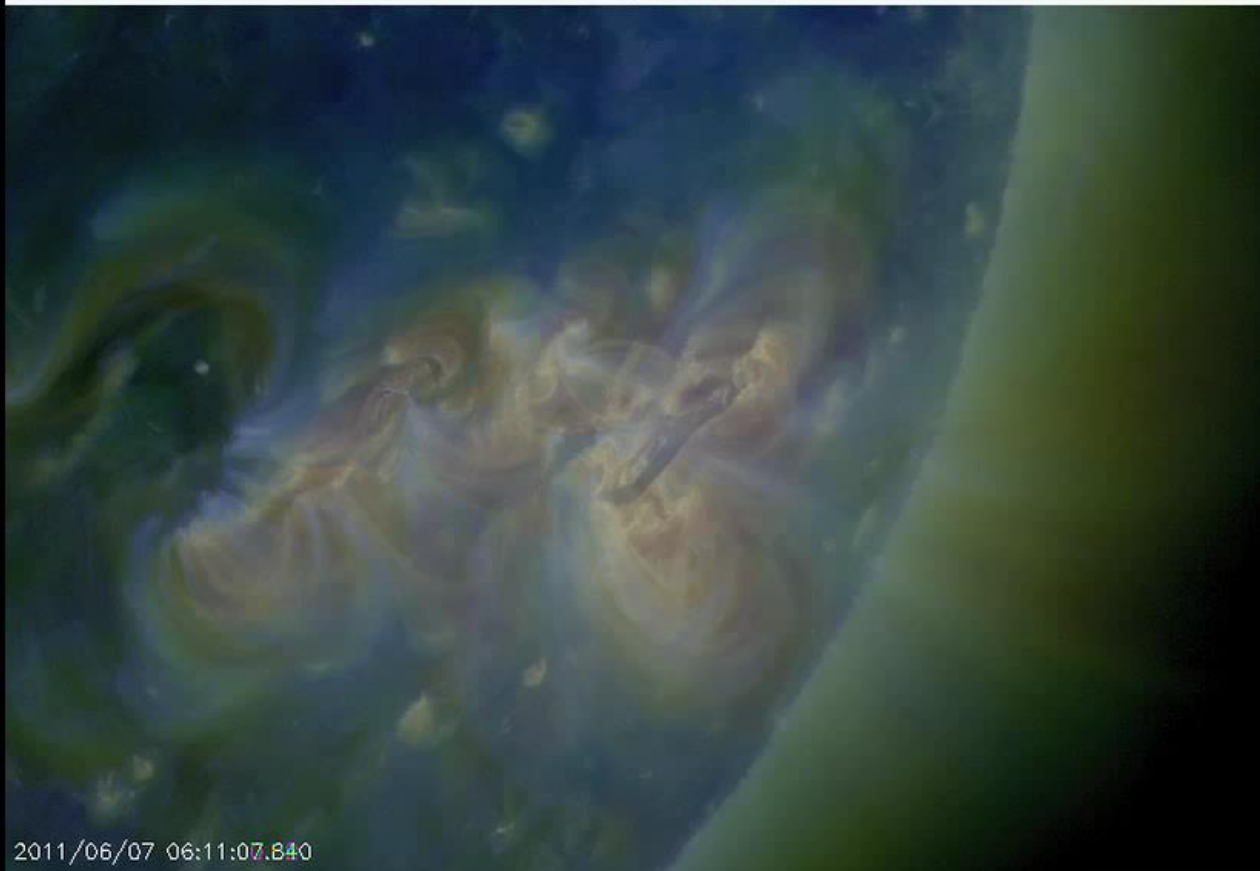
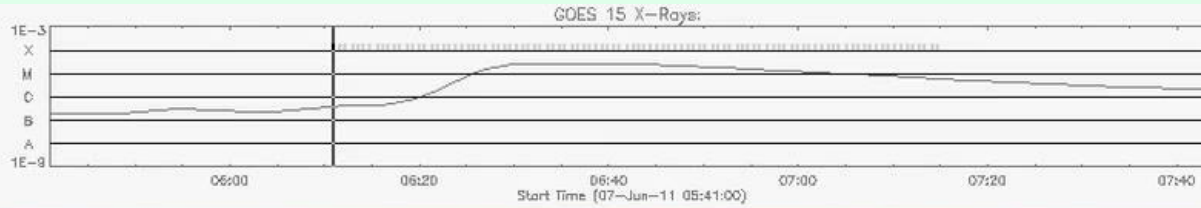
“Olyan körülmények a Napon, a napszélben, a magnetoszférában, az ionoszférában, amelyek hatással vannak az űrbeli és földi technológiai rendszerekre és az emberekre”

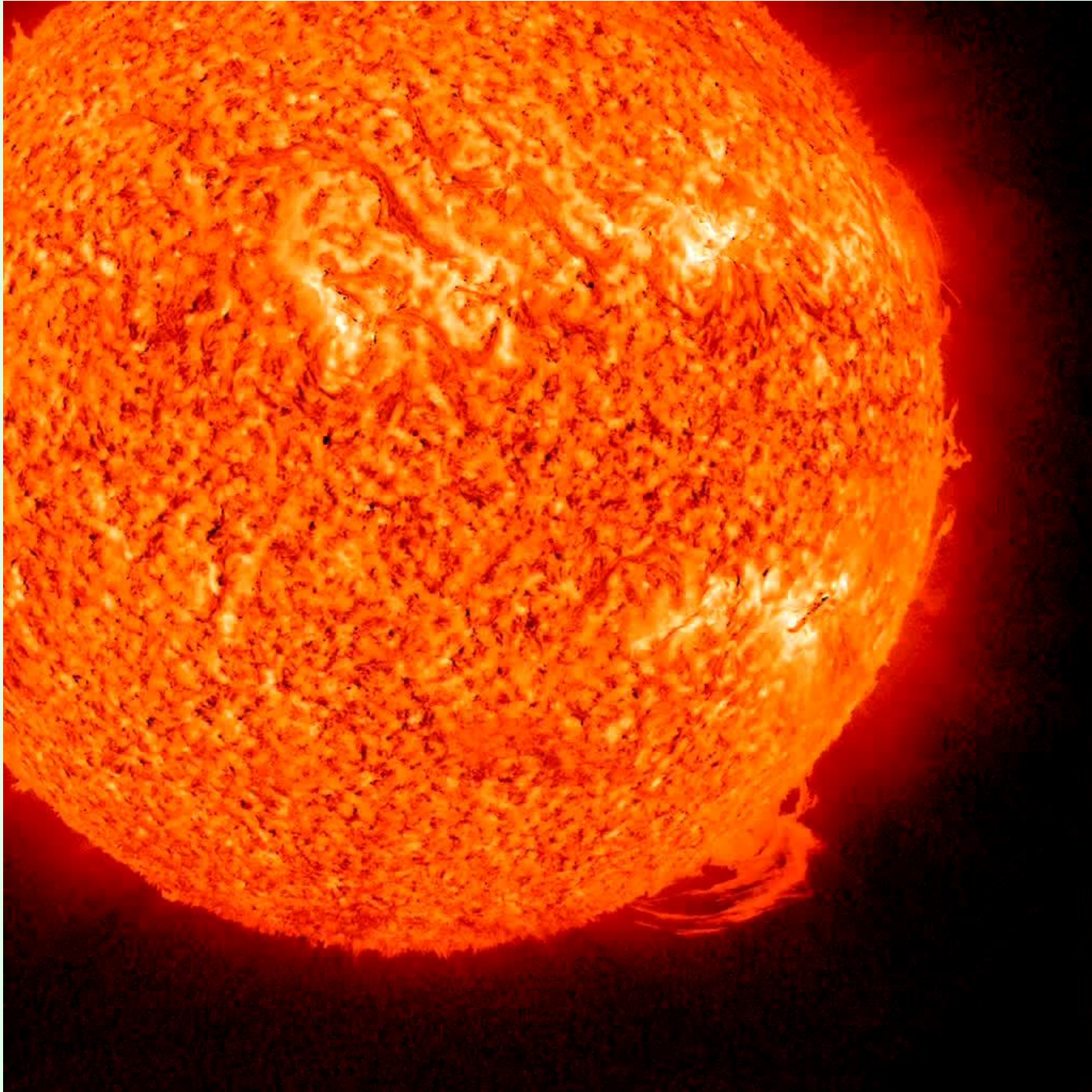
Naptevékenység

- Aktív területek, napfoltok
- Fler: optikai, röntgen felvillanás 10-50 perc 4000/év
X class 10/év
- Koronakitörés (Coronal Mass Ejection) 1000/év
- Nagy energiájú töltött részecske kibocsátás
(SEP esemény) 1000/év

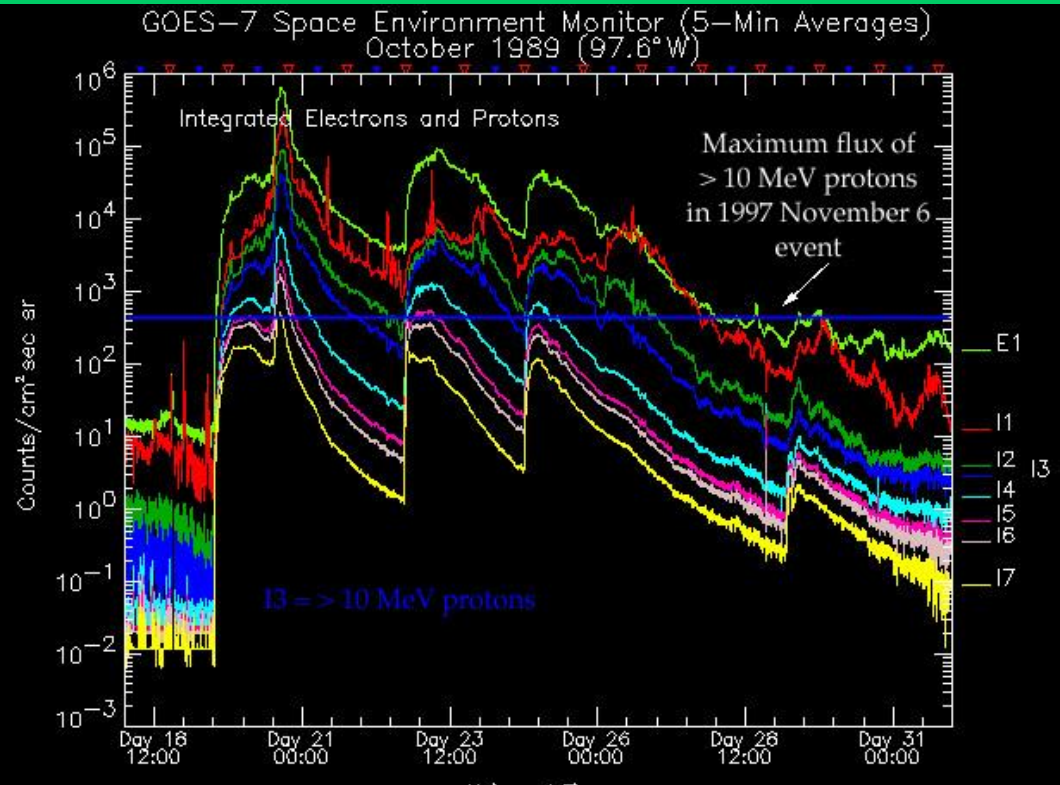
energia: $>10^{25}$ J (H bomba $<2 \cdot 10^{17}$ J)

Fler és CME

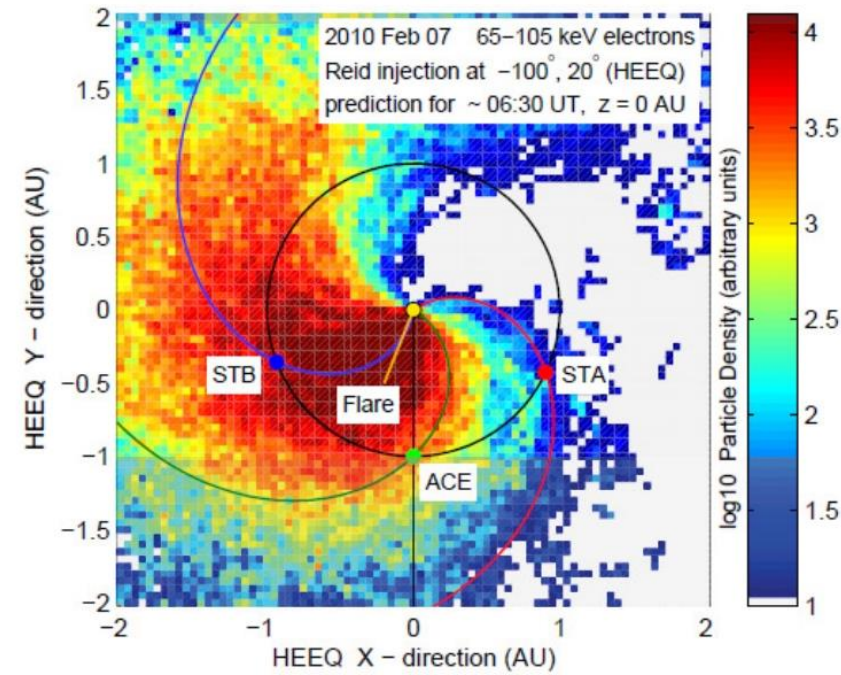




Nagyenergiájú részecskeesemény (SEP)

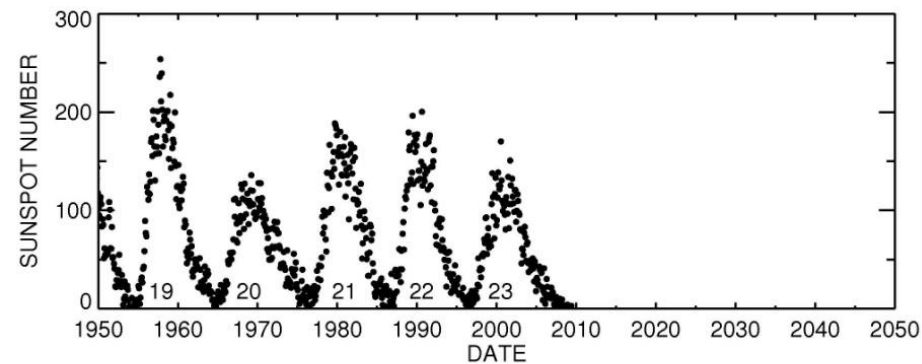
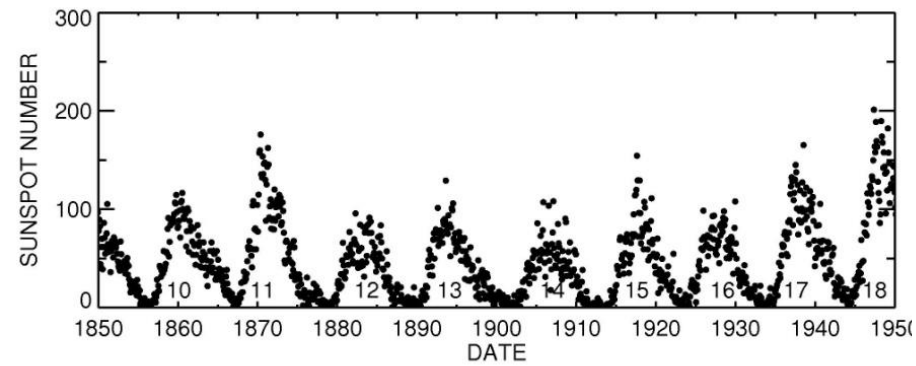
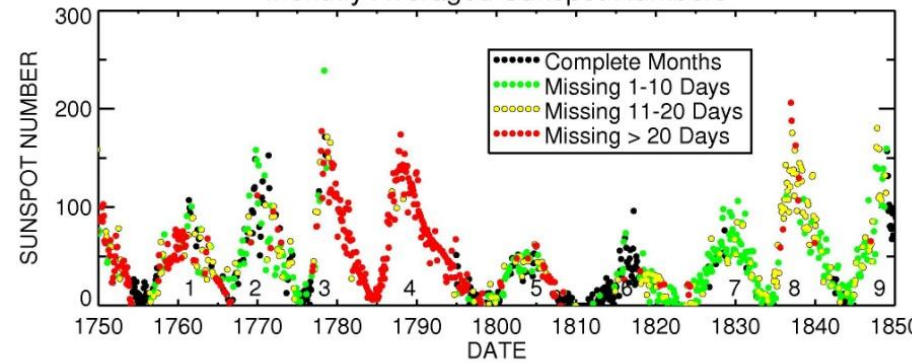


impulzív események: flar
graduális események: CME

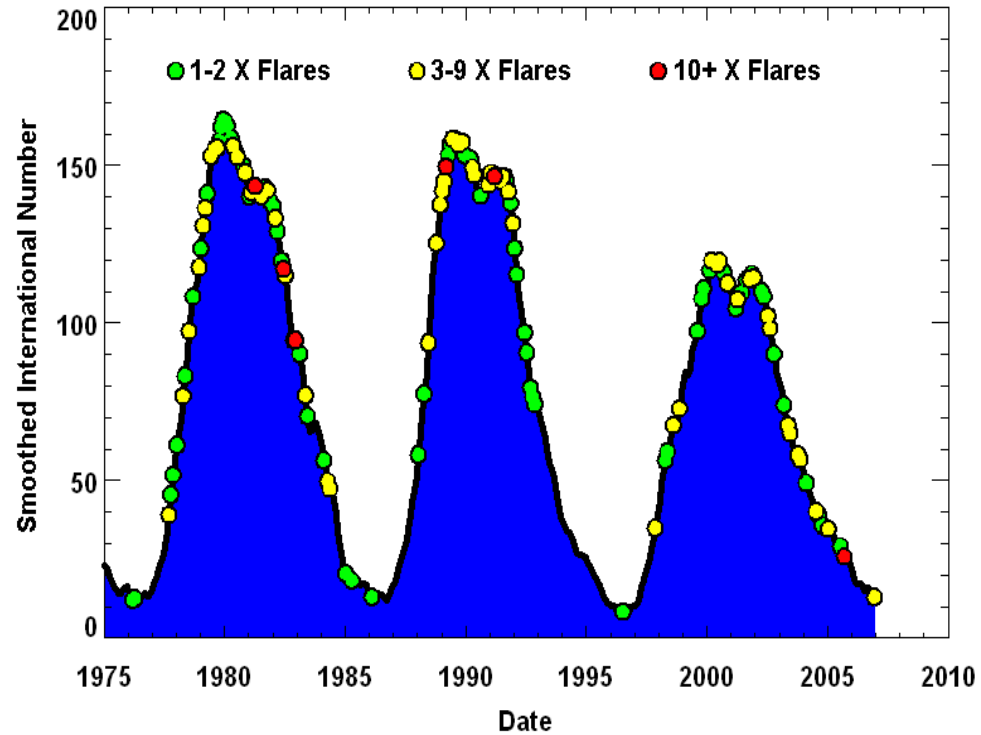


Napciklus

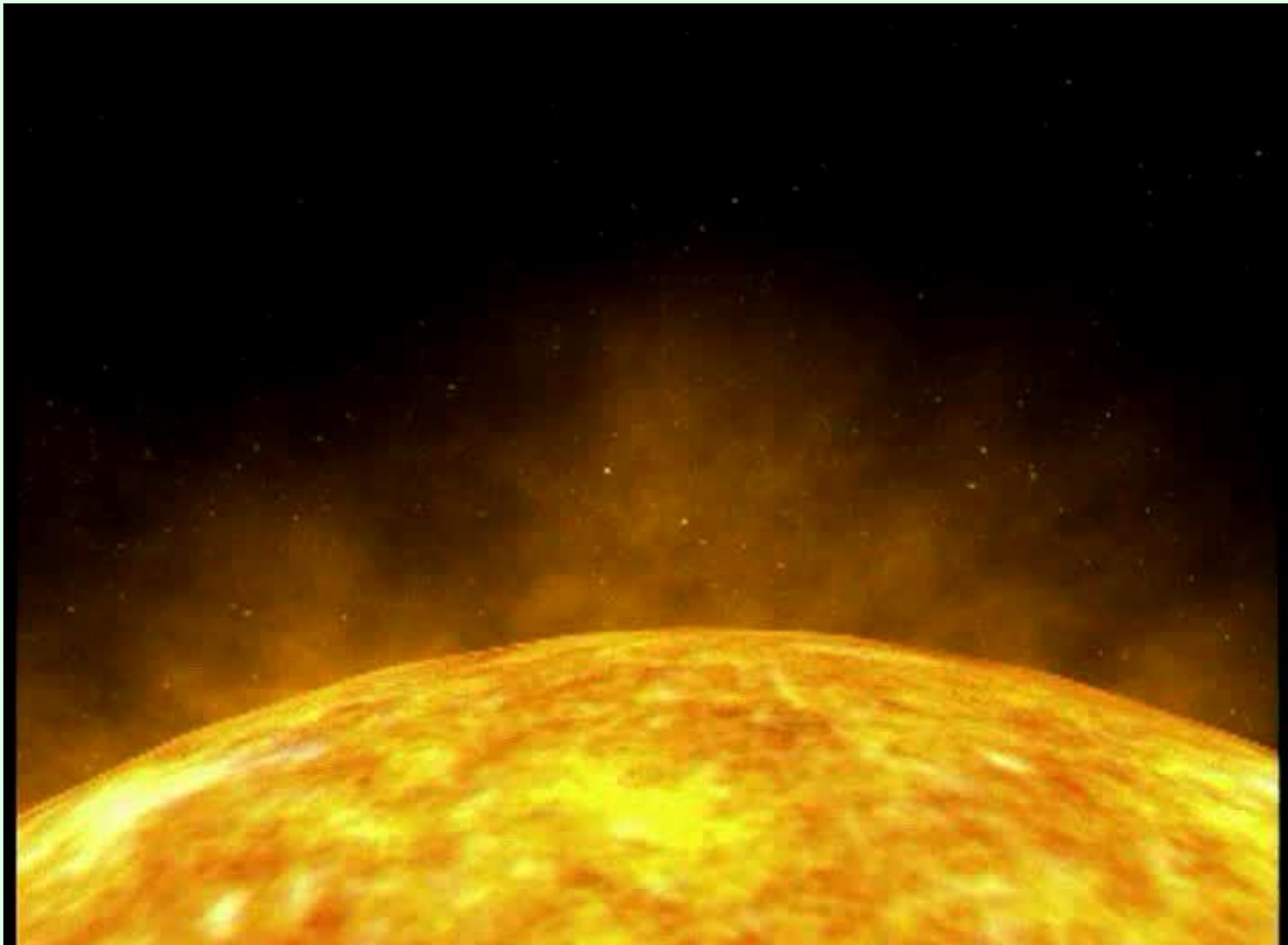
Monthly Averaged Sunspot Numbers



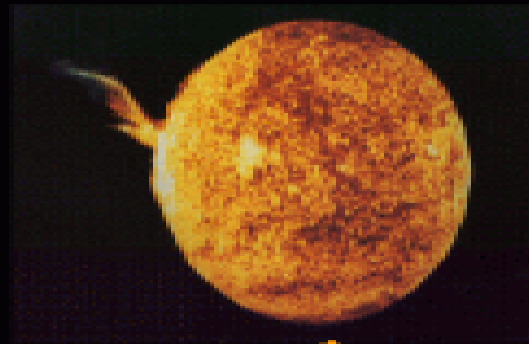
NASA/MSFC/NSSTC/HATHAWAY 2009/06



CME ütközése a Földdel



Földi hatások



ELECTROMAGNETIC RADIATION

ARRIVAL: IMMEDIATELY
DURATION: 1-2 HOURS

X-RAYS, EUV, RADIO BURSTS

SATCOM INTERFERENCE
RADAR INTERFERENCE
SHORTWAVE RADIO FADES

HIGH ENERGY PARTICLES

ARRIVAL: 15 MIN TO FEW HOURS
DURATION: DAYS

PROTON EVENTS

SATELLITE DISORIENTATION
FALSE SENSOR READINGS
SPACECRAFT DAMAGE
LAUNCH PAYLOAD FAILURE
HIGH ALTITUDE AIRCRAFT RADIATION
SHORTWAVE RADIO FADES

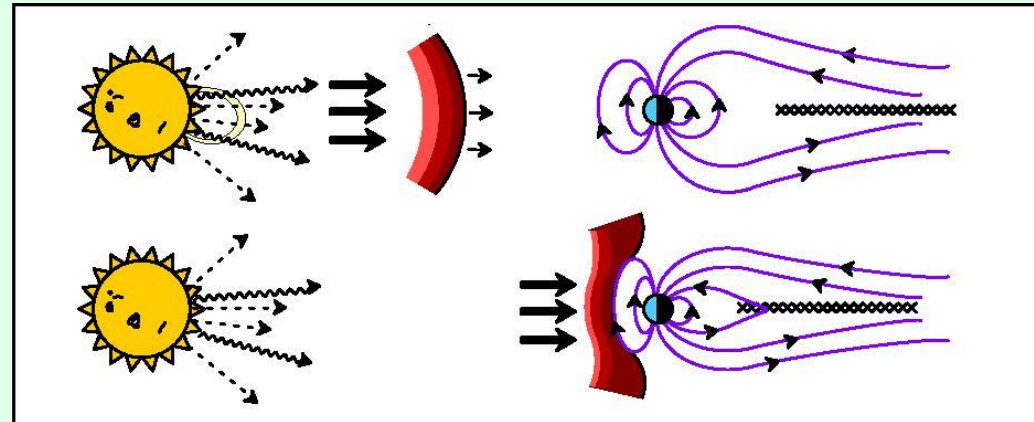
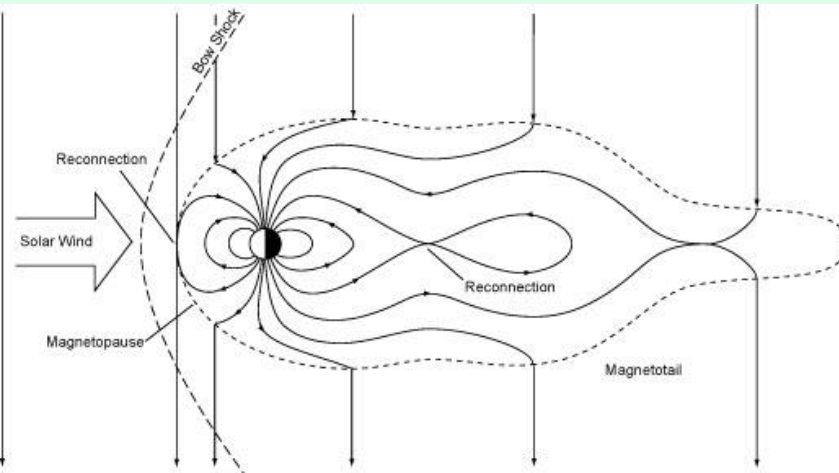
LOW-MEDIUM ENERGY PARTICLES

ARRIVAL: 2-4 DAYS
DURATION: DAYS

GEOMAGNETIC STORMS

SPACECRAFT CHARGING & DRAG
SPACETRACK ERRORS
LAUNCH TRAJECTORY ERRORS
RADAR INTERFERENCE
RADIO PROPAGATION ANOMALIES
POWER BLACKOUTS

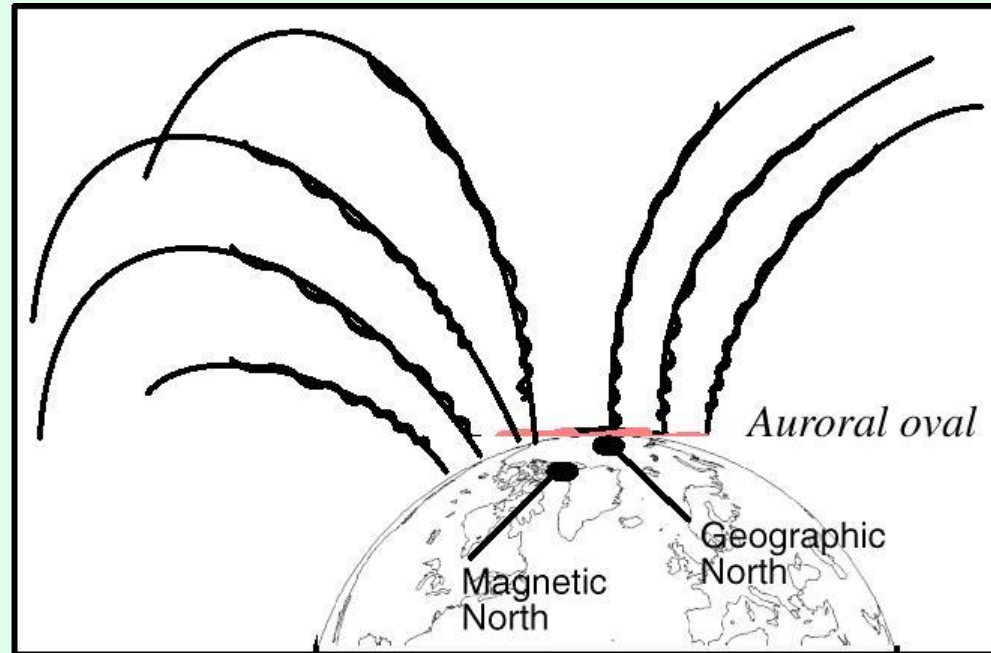
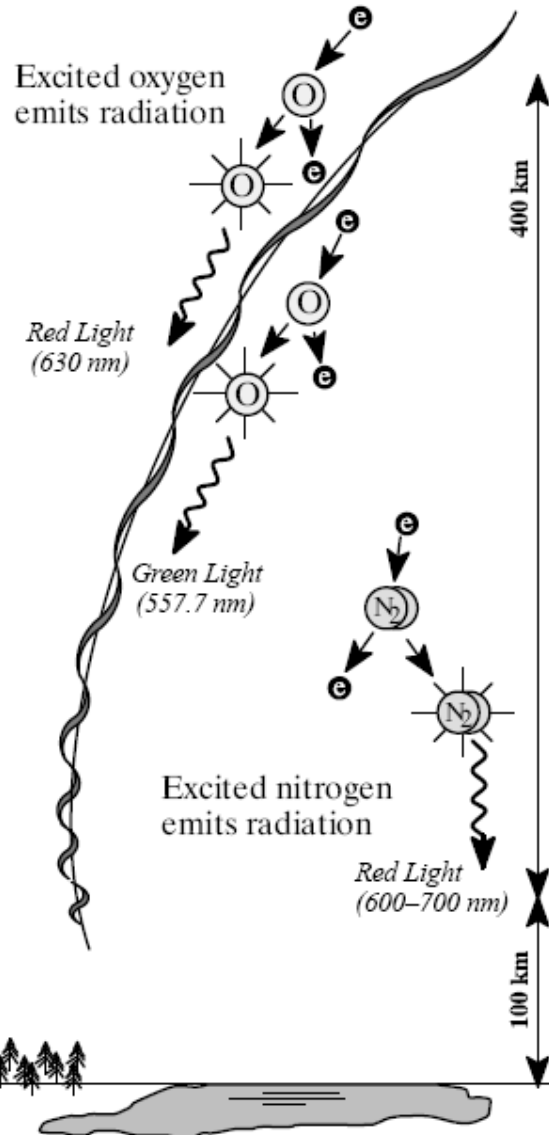
Geomágneses vihar



Megnő a napszél nyomása, a magnetoszféra benyomódik, megnőnek az elektromos áramok a magnetoszférában és az ionoszférában

Sarki fény

The Cause of the Aurora



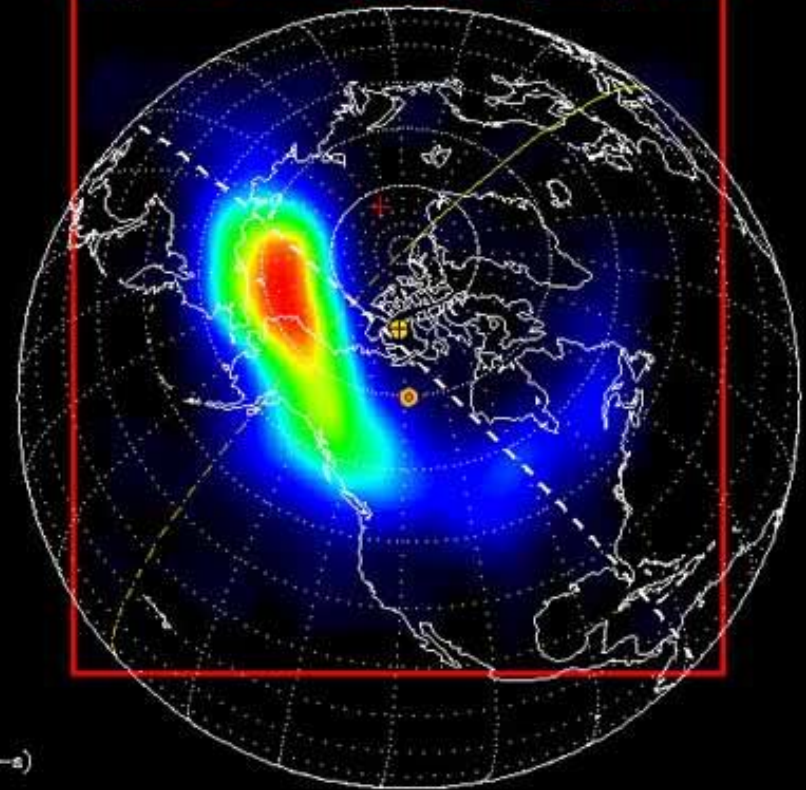
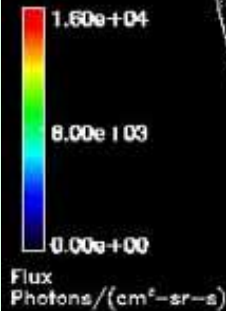
A geomágneses pólusoknál gyors elektronok ütköznek O és N atomokkal, a gerjesztett atomok különböző színben sugároznak ~4000 GW teljesítmény (USA 350 GW)

Aurora borealis



POLAR Ionospheric X-ray Imaging Experiment

PIXIE



22 Aug 1998 11:01:00 - 11:05:59

Energy range: 2-12 keV (anode 1)p + North Geographic pole Ⓞ Sub-satellite point ⚡ Center of PIXIE FOV
FOV MT 1 lat./long. increments [Deg.]: 10/15 Exposure: 264s Alt= 9.00 Re S/C MIT= 2.29 S/C I str= 80.23
Run date = 24-Aug-1998 05:23:30.00 pk. movie51 plat. angle= 1.1 pinholes AH 8 5 6 7

Hatásai az emberi tevékenységre

Főleg magas geomágneses szélességnél

Földfelszín: távvezetékek - erős egyenáramok \Rightarrow vezetékek,
transzformátorok leégése 1989. márc. Hydro Quebec

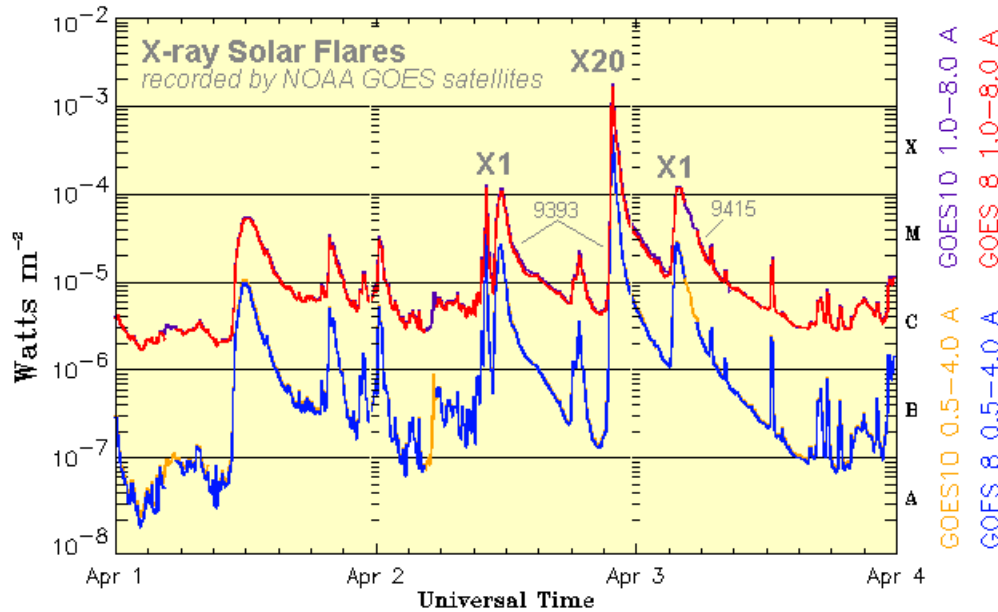
Légiközlekedés: interkontinentális járatokon nagyobb
sugárdózis

Ionosféra zavarok: rádióhullámok szóródnak, elnyelődnek:
telekommunikáció megszakad
GPS pontatlan

Műholdak: napelemek károsodnak, műszerek meghibásodása,
műhold elvesztése (részleges, ill. teljes károsodás):
2005. jan. Intelsat IS-804

Űrhajózás: űr-(Hold-Mars) séta veszélyes (Apollo)

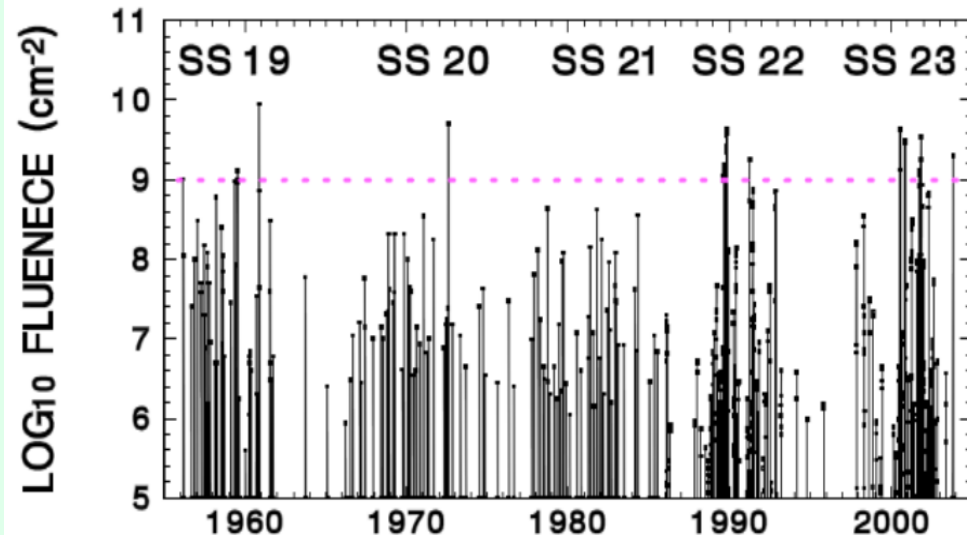
Extrém események



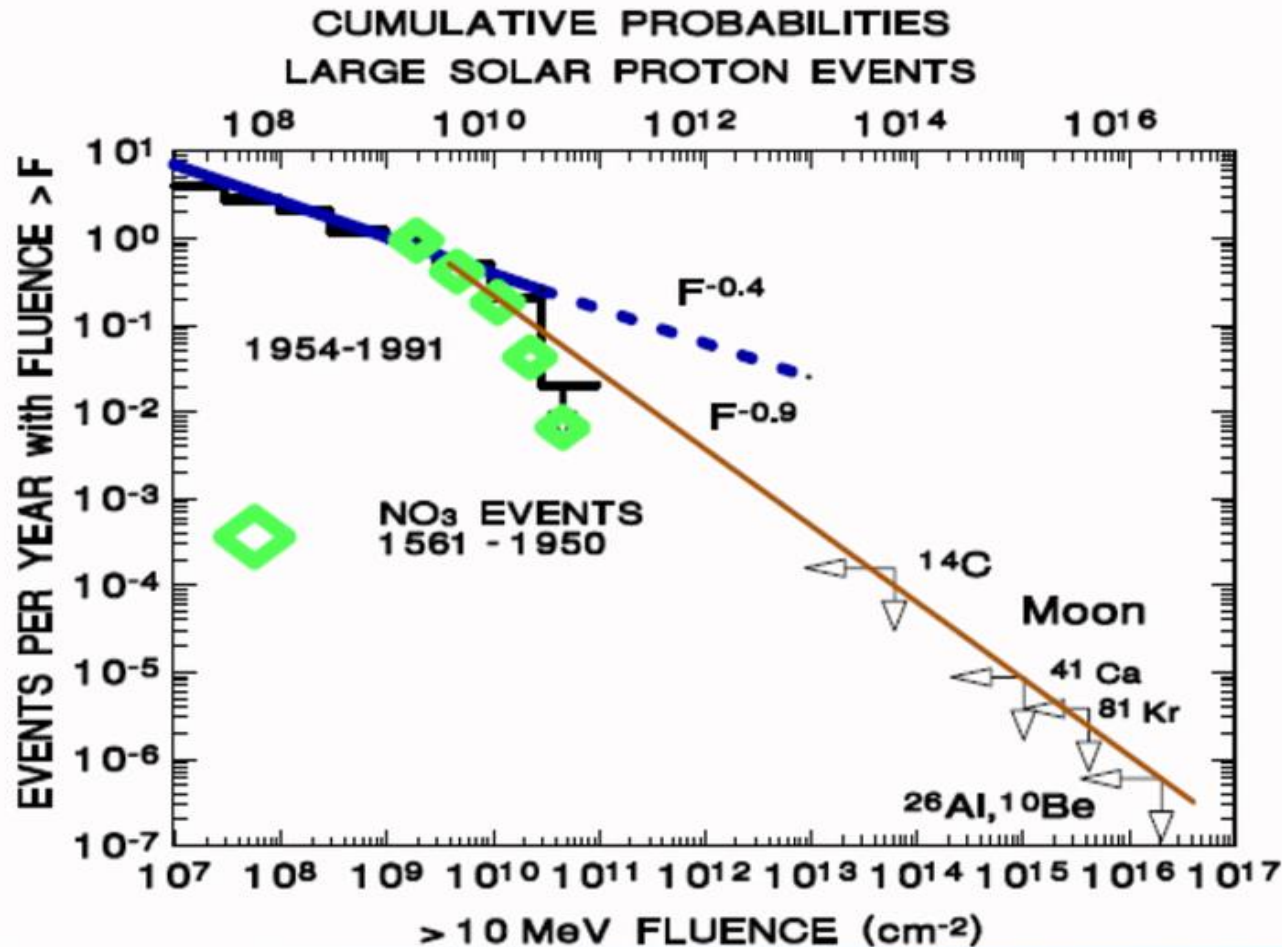
X flare, SEP $>9 \times 10^9$ proton/cm² (>30 MeV)

Carrington flare 1859 aug. 28
 fler \sim X190, CME 2300 km/s
 SEP $\sim 1.9 \times 10^{10}$ proton/cm²
 sarki fény Panamában
 gyakoriság: 1/100-500 év

**>30 MeV SOLAR PROTON EVENTS
 OMNIDIRECTIONAL EVENT FLUENCE**



Űridőjárási események gyakorisága



Gyakoriság: $dN/dW \sim W^{-\alpha}$, $\alpha < 2$:
a legnagyobb események dominálnak

Események követése

USA: NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, CO

Európa

Top News of the Day:
March 23, 2011: Registration is open for Space Weather Workshop, 2011. SWPC's annual get together is coming soon, to be here in Boulder at the Millennium Hotel from April 26 -29. Once again the program includes the latest in applications, model transition, agency news, and science. Use the link below, "Space Wx Workshop," to register.

Current Space Weather Conditions

Satellite Displays | Popular Pages

Latest GOES Solar X-ray Image

NOAA Scale	Past 24 hours	Current
Geomagnetic Storms *	none	none
Solar Radiation Storms	none	none
Radio Blackouts	none	none

Satellite Environment Plot

GOES Solar X-ray Flux

EUROPEAN SPACE WEATHER PORTAL

The European gateway to Space Weather resources

Navigation

- About
 - COSPAR-PSW
 - COST
 - EU-H2020
 - EU-FP7
 - ESA
 - SWWT
 - STCE
- Services
 - Document Repository
 - Data Access
 - Model Access
 - Now / forecasting
 - Software
- Outreach
 - Introduction
 - Activities
 - Bibliography
 - Images
 - Glossary
 - Books
 - Your Language
- Other resources
 - Events
 - Topical Links

Welcome

Submitted by Stijn Calders on Wed, 11/05/2008 - 16:31.

Welcome to the European Space Weather¹ Portal (ESWeP¹), an integrated website providing a centralized access point to the space weather¹ community to share their knowledge and results. Initiated under the COST 724 Action and hosted by the Belgian Institute for Space Aeronomy¹, the ESWeP¹ will be further developed in the framework of various European space weather¹ projects.

On the left-hand side of this website, you will find the ESWeP¹ menu. It provides links to web services, contact pages and various outreach pages. You will also find a login section, where you can register if you want to. Registered users have more privileges than others. There is also a search engine which you can use to find text contained in this website.

Plasmasphere

2014-5-26 24.0 UT

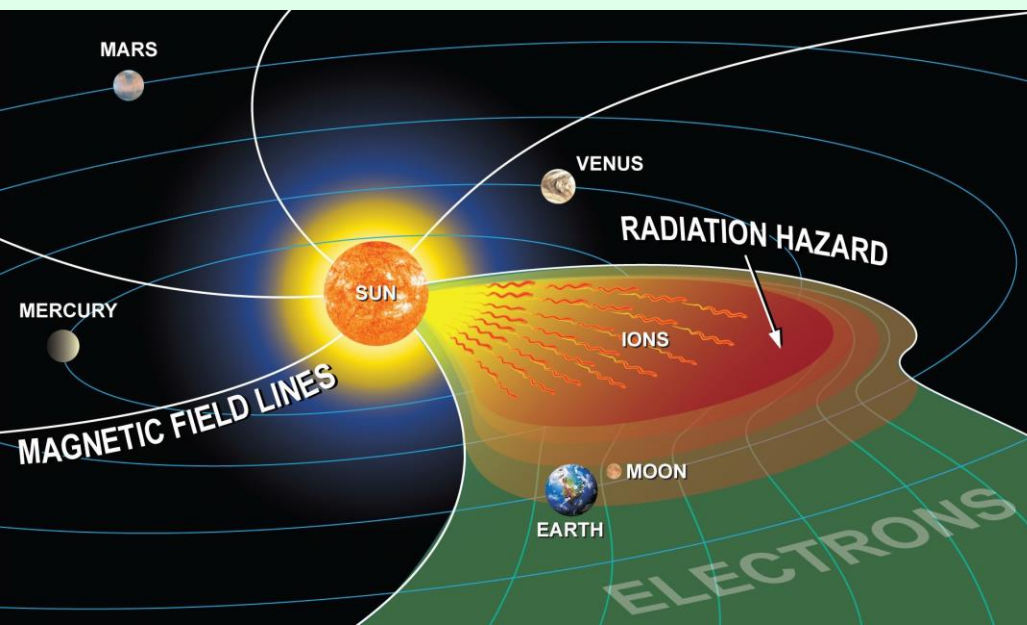
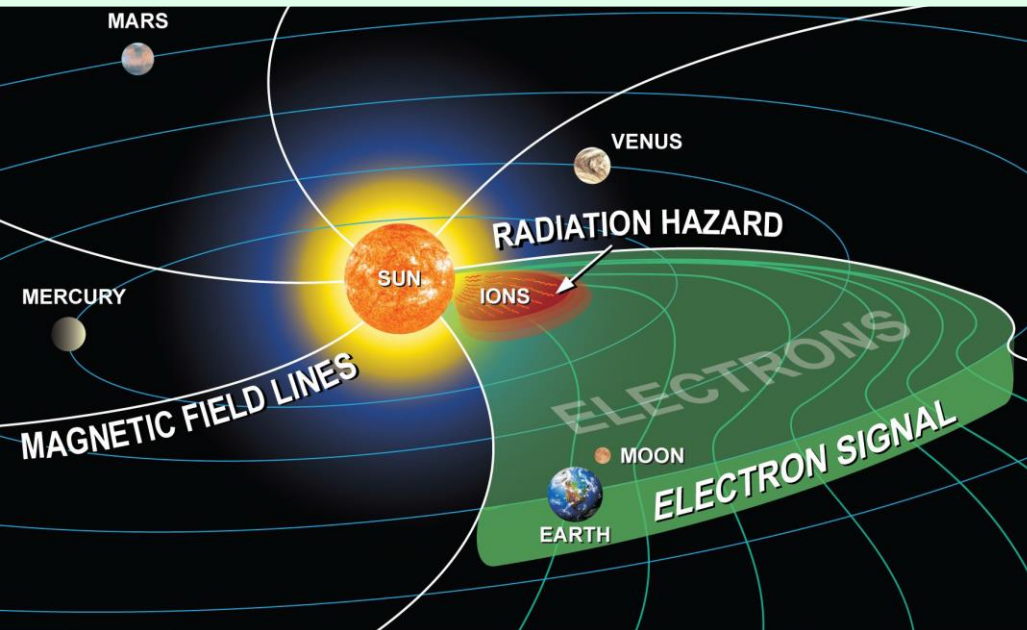
SEP event forecast

No SEP event

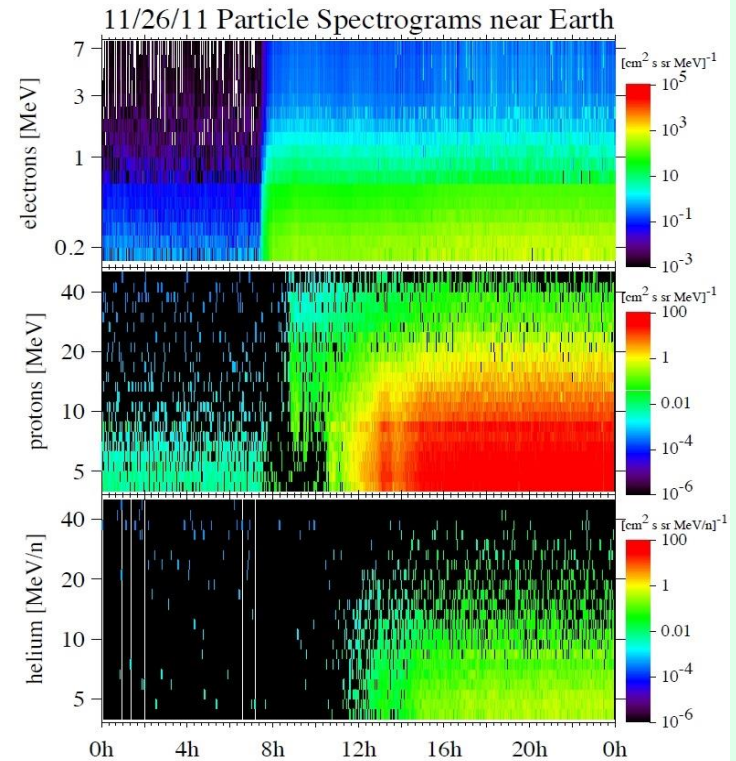
<http://www.swpc.noaa.gov/>

<http://www.spaceweather.eu/>¹⁶

Űridőjárás előrejelzés

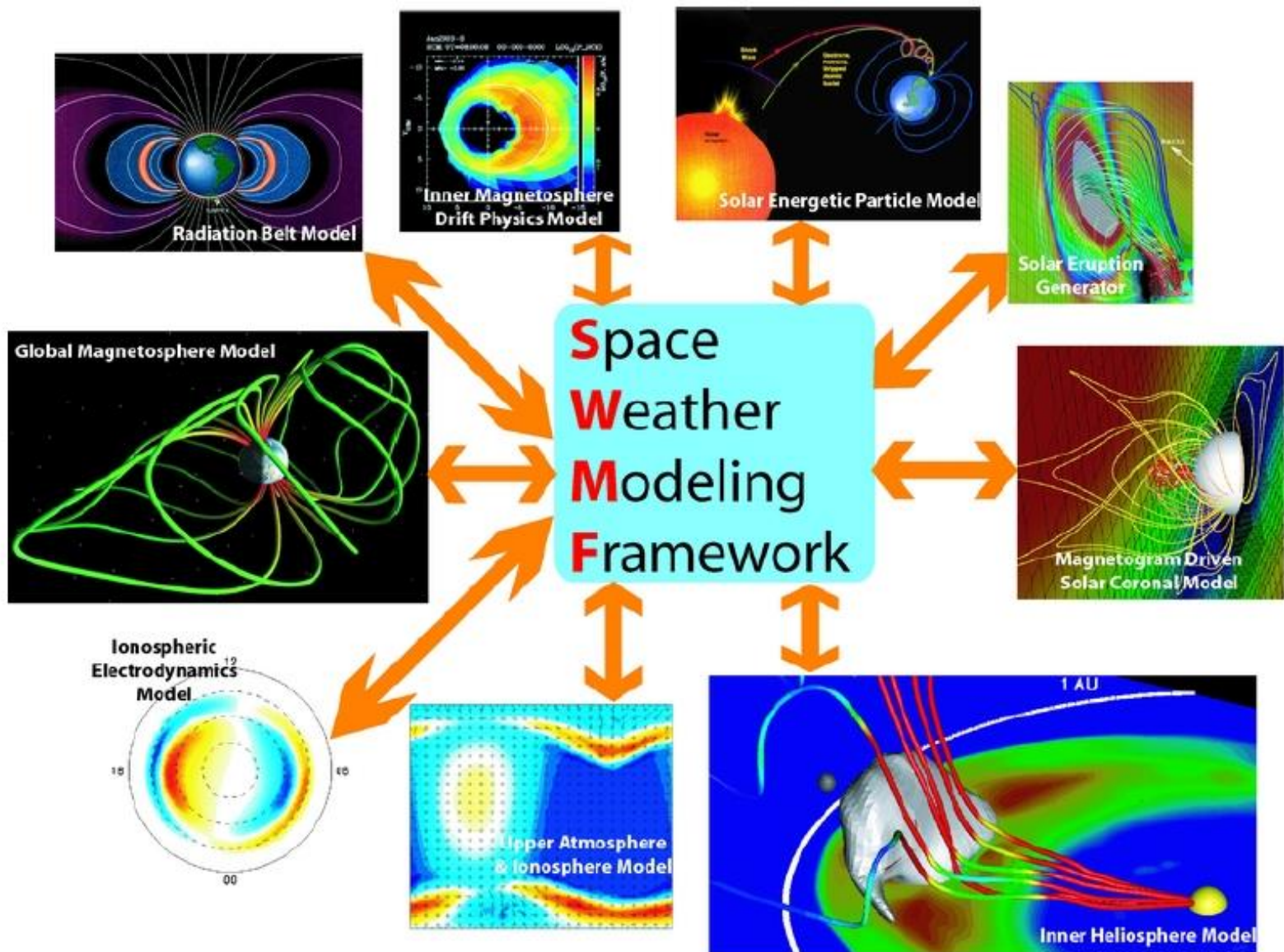


Relativisztikus elektronok
1 órával a protonok előtt

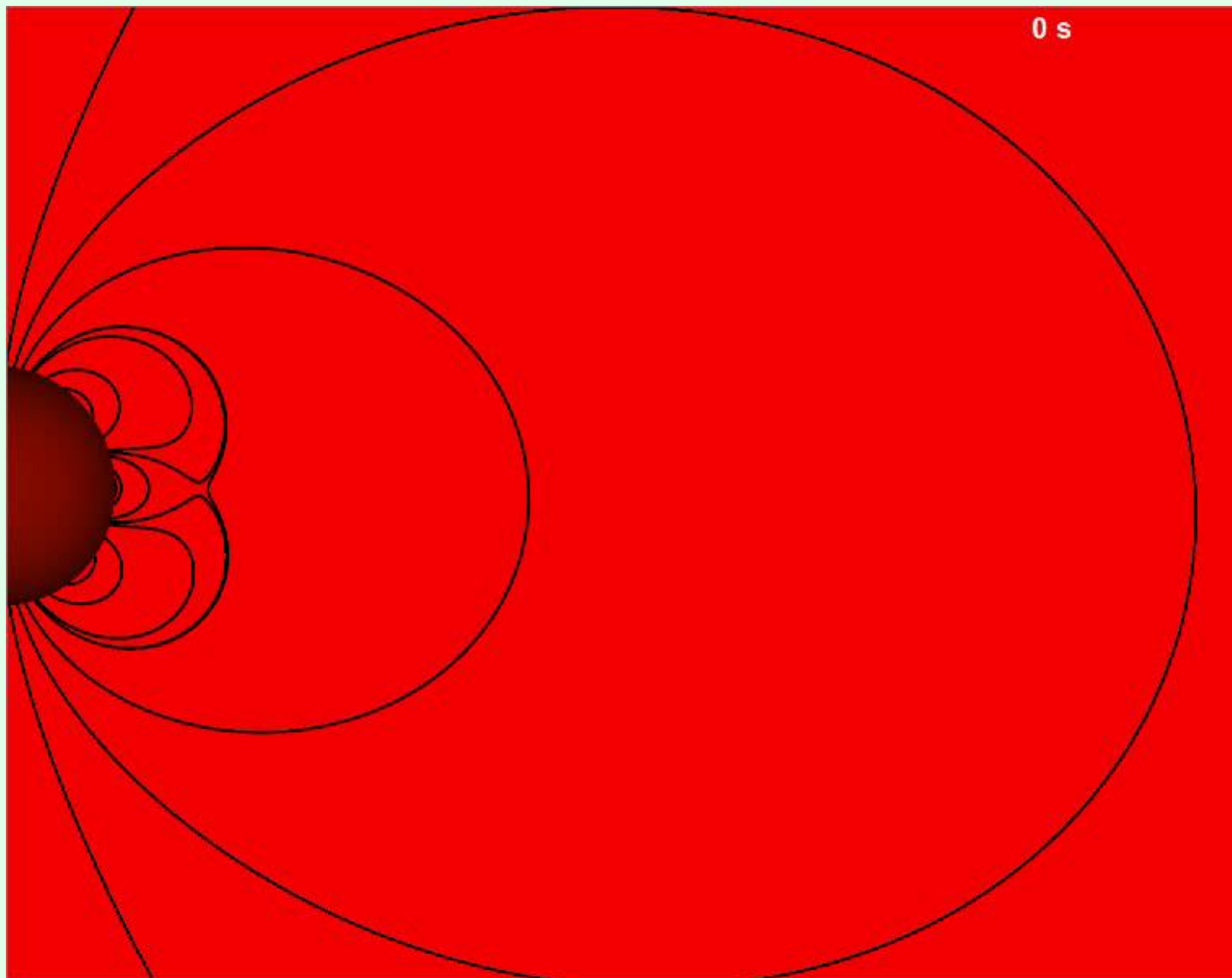


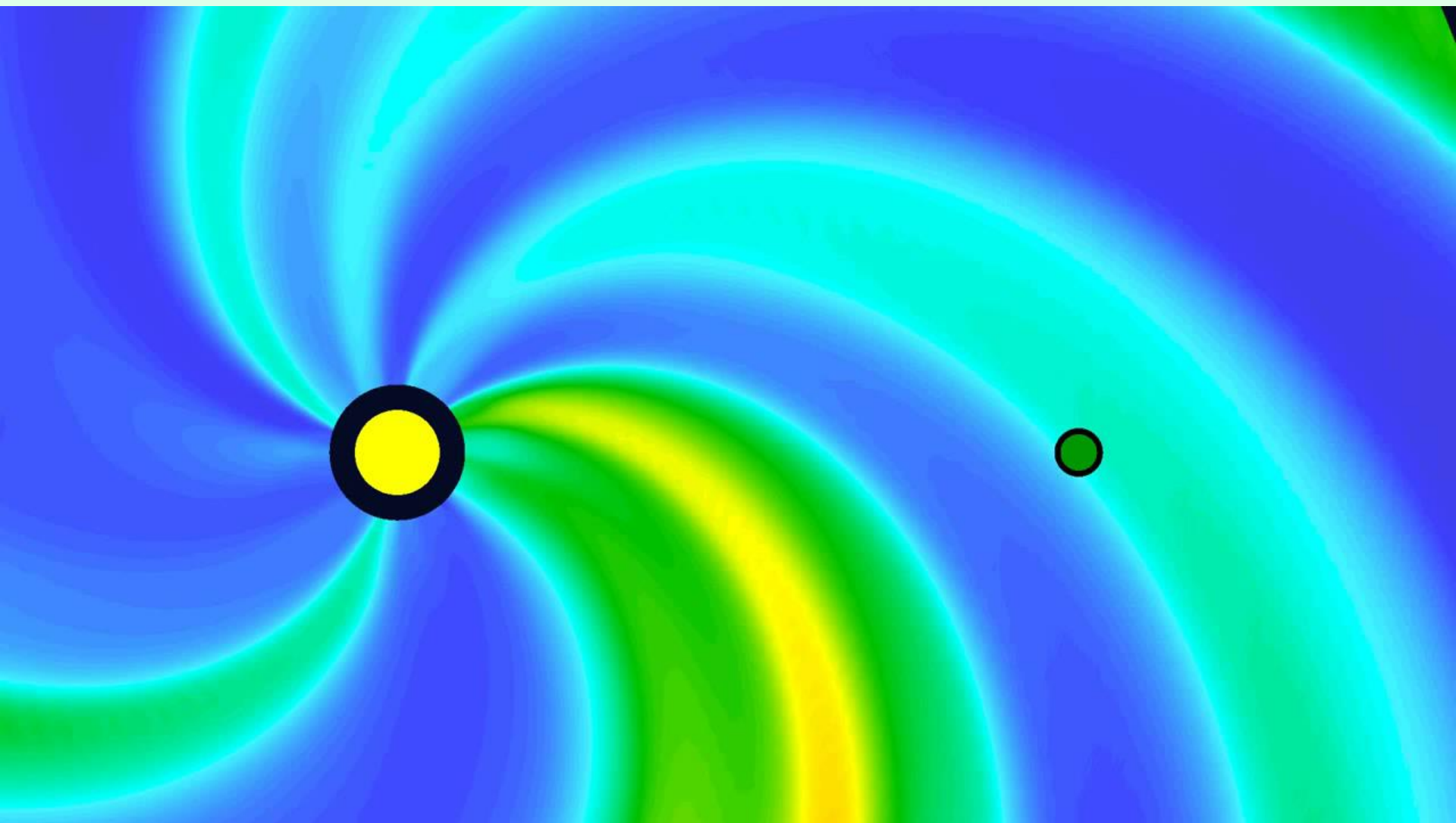
0800UT ReleASE FC Crosses 10 pfu
1113UT SWD Alert Based on ReleASE
1125UT GOES >10pfu Event Detected
(~1300UT well-Informed MSL/RAD Team)
1502UT MSL Launch

Numerikus szimulációk



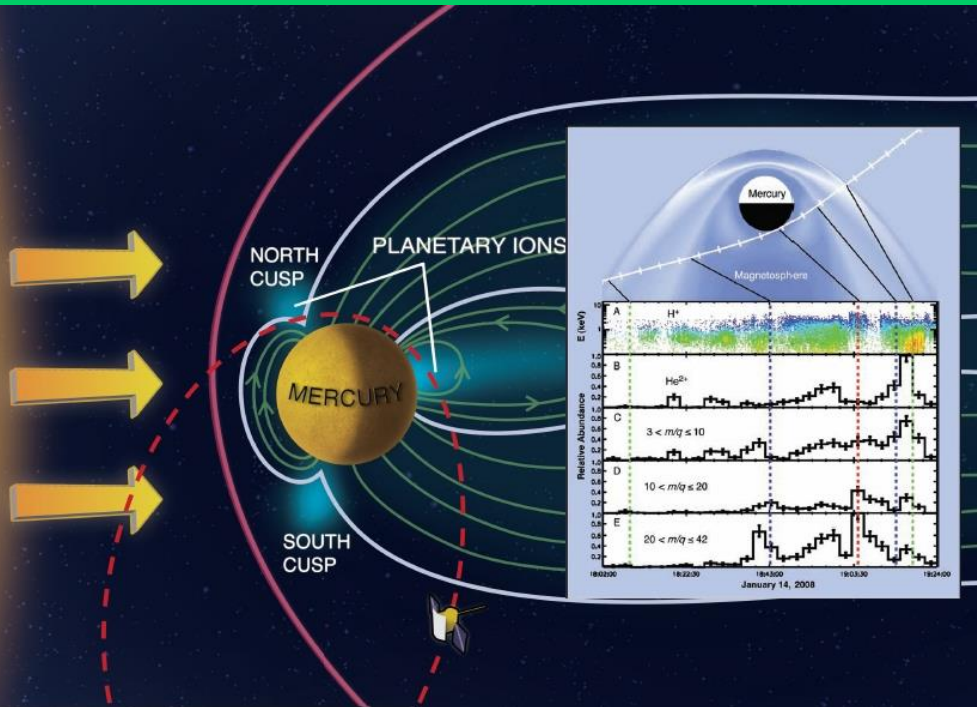
CME terjedés modell





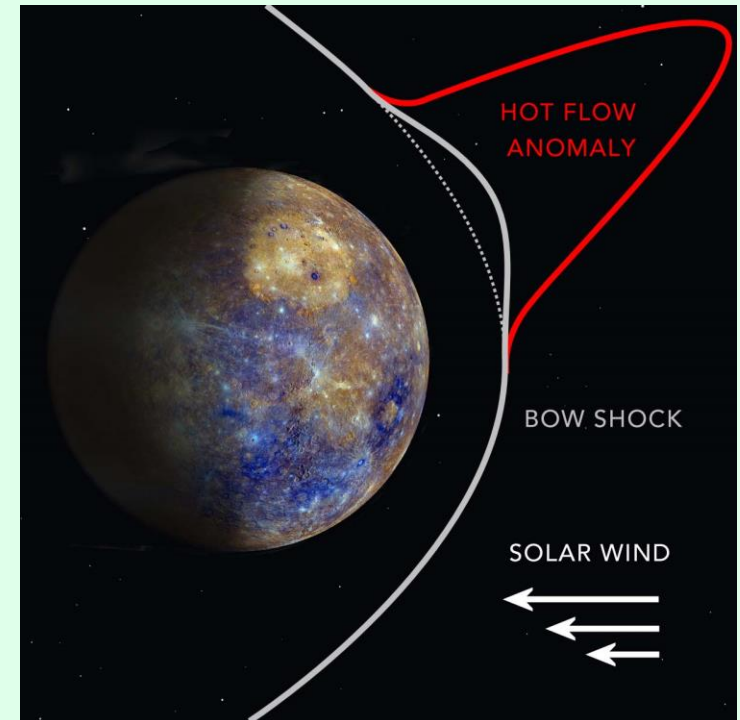
ENLIL: MHD szimuláció, kezdeti feltétel a fotoszféra mágneses tere

Űridőjárás a bolygóknál: Merkúr



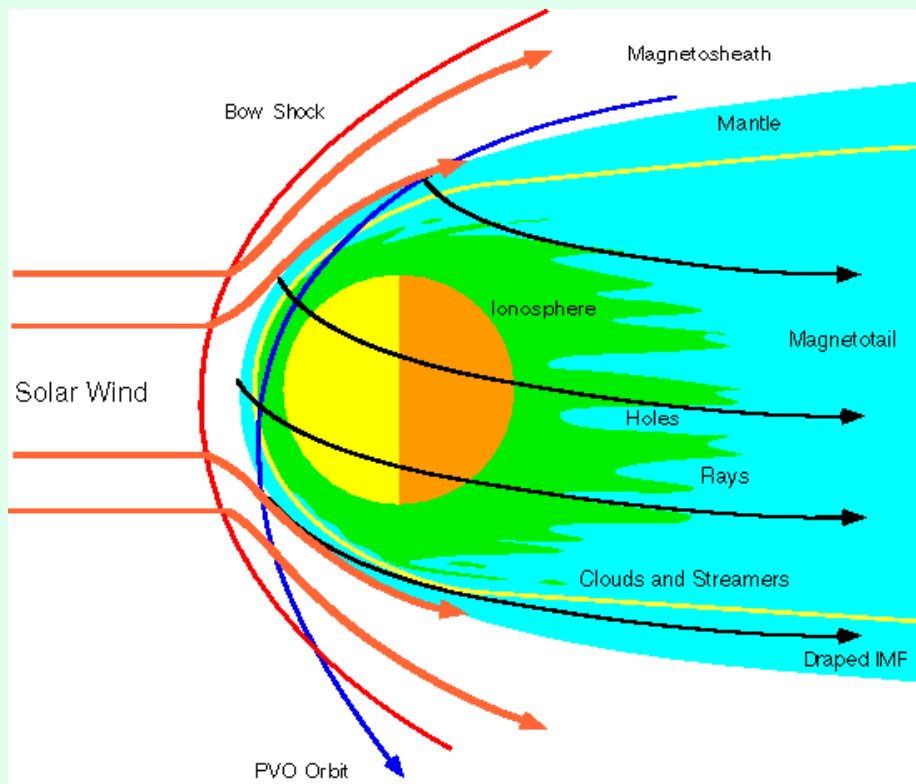
erős belső mágneses tér, de
nincs atmoszféra ⇒
magnetoszféra és kiterjedt
exoszféra

Hot flow anomália:
napszélben terjedő diszkontinuitás
kölsönhat a fejhullámmal -
visszaáramló forró napszél



Napszél-Vénusz kölcsönhatás

Vénusz: nincs belső mágneses tér és magnetoszféra, de ionoszféra van \Rightarrow a napszelet az ionoszféra téríti el



Venus Express (VEX)

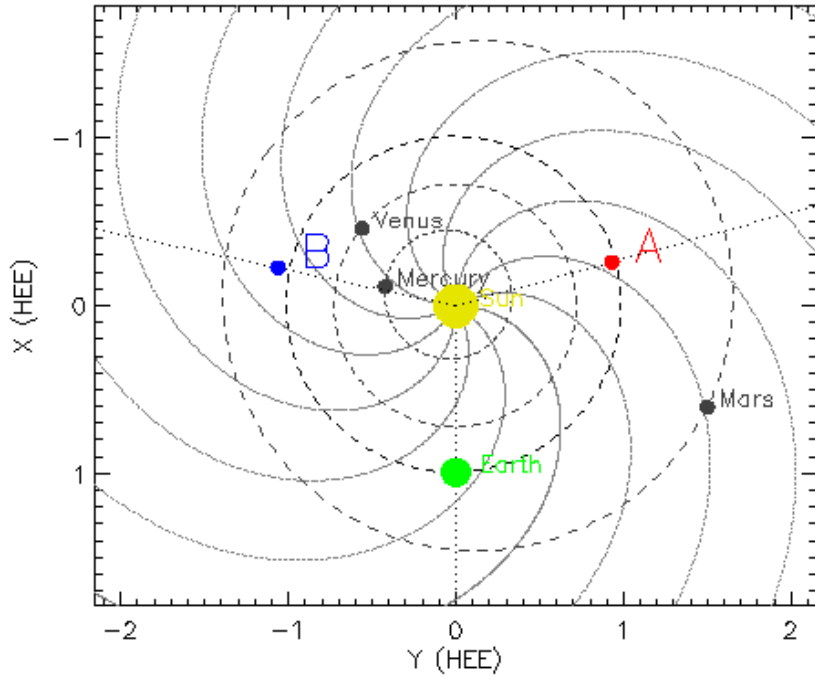
- **1 pálya / nap**
- **apocenter: $\sim 12 R_V$**

műszerek

- ASPERA-4 / IMA: ionok
- ASPERA-4 / ELS: elektronok
- **MAG: magnetometer**

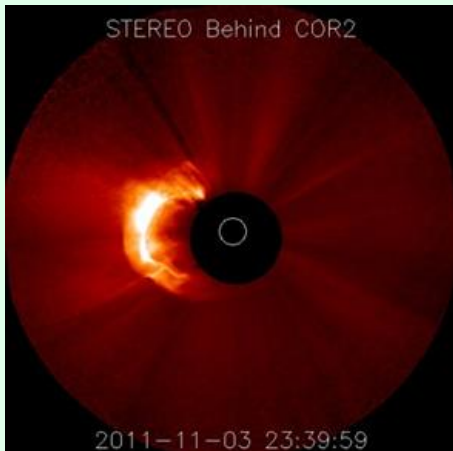
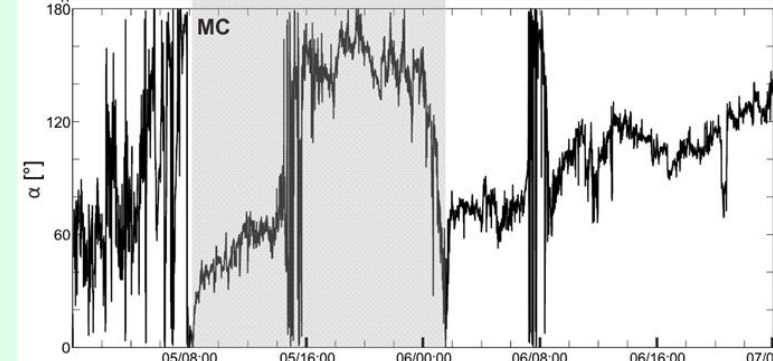
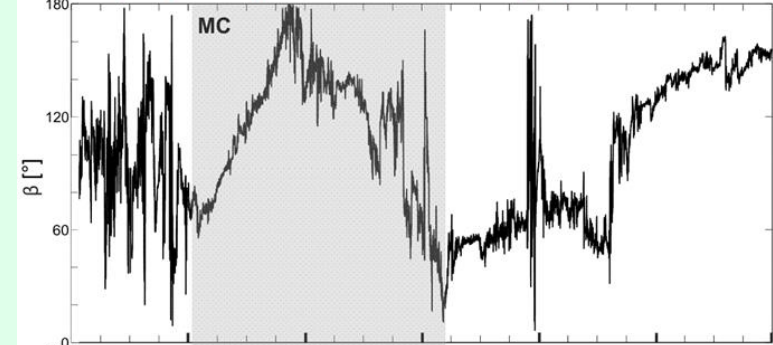
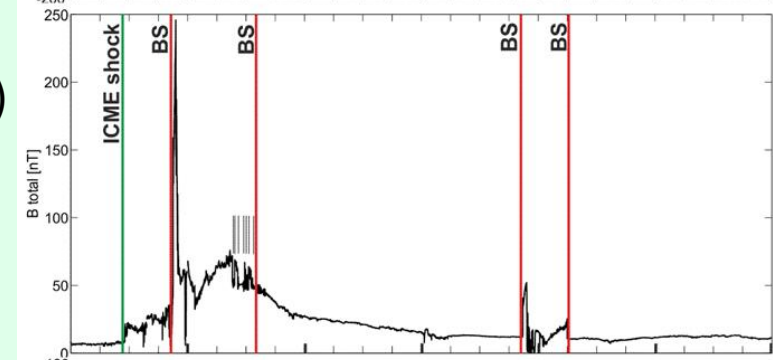
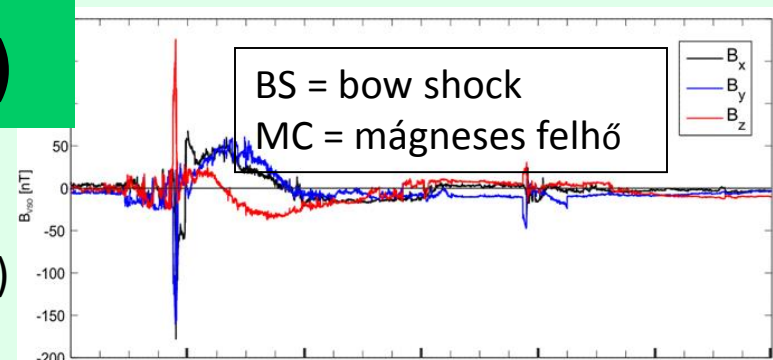
CME a Vénusznál (Venus Express)

2011 nov. 5

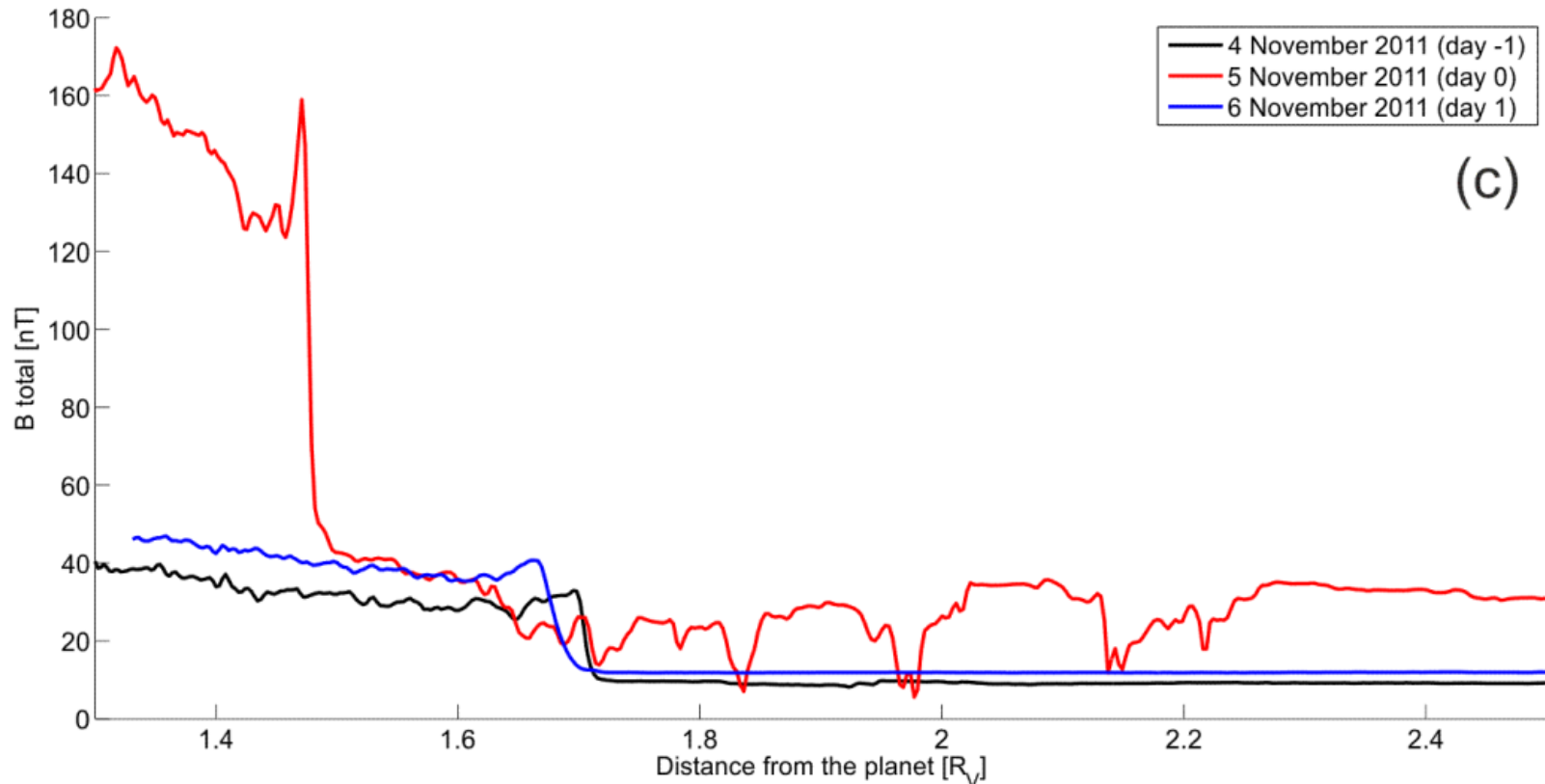


B_{VSO} (nT)

B_{tot} (nT)

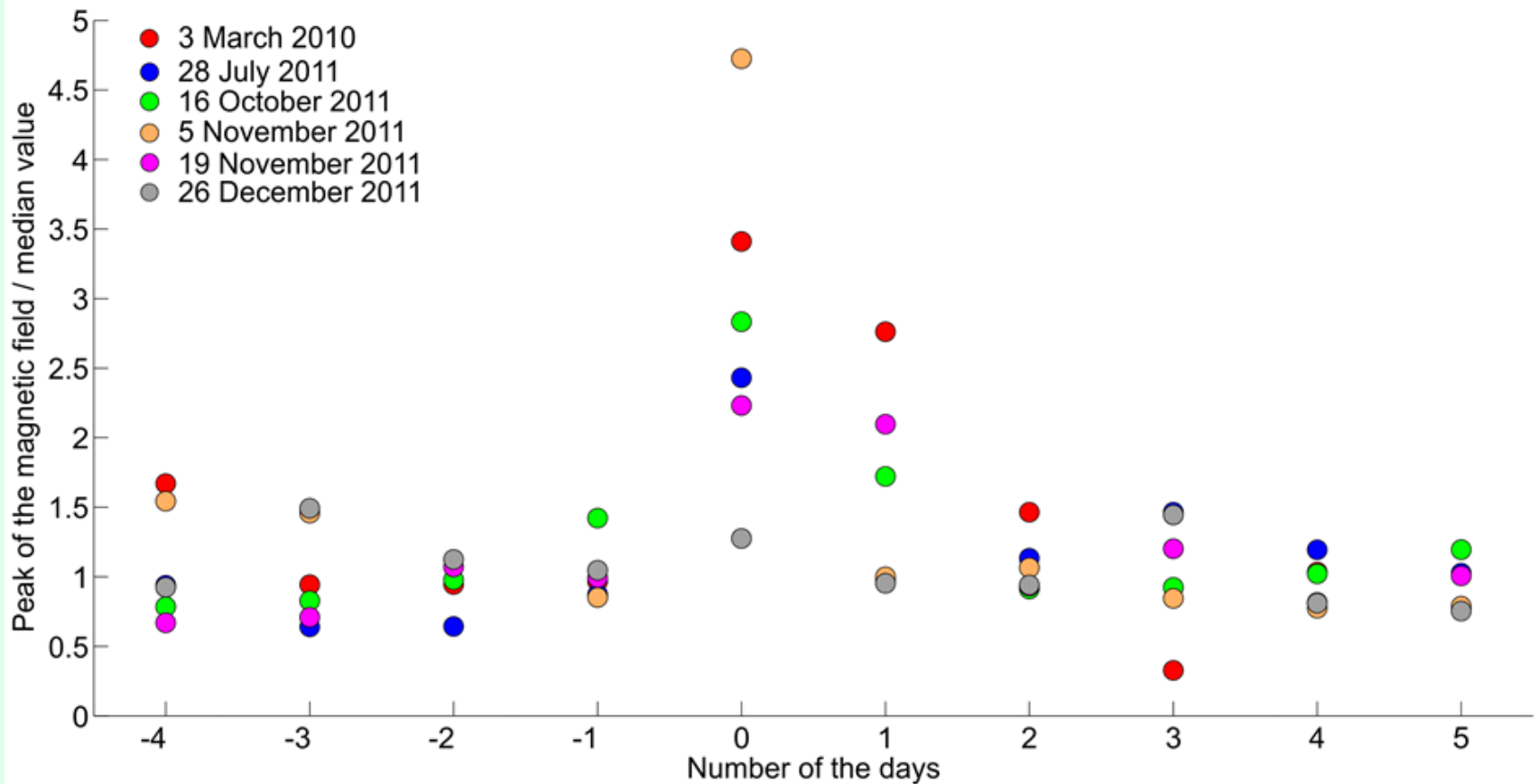


CME a Vénusznál: indukált mágnesoszféra



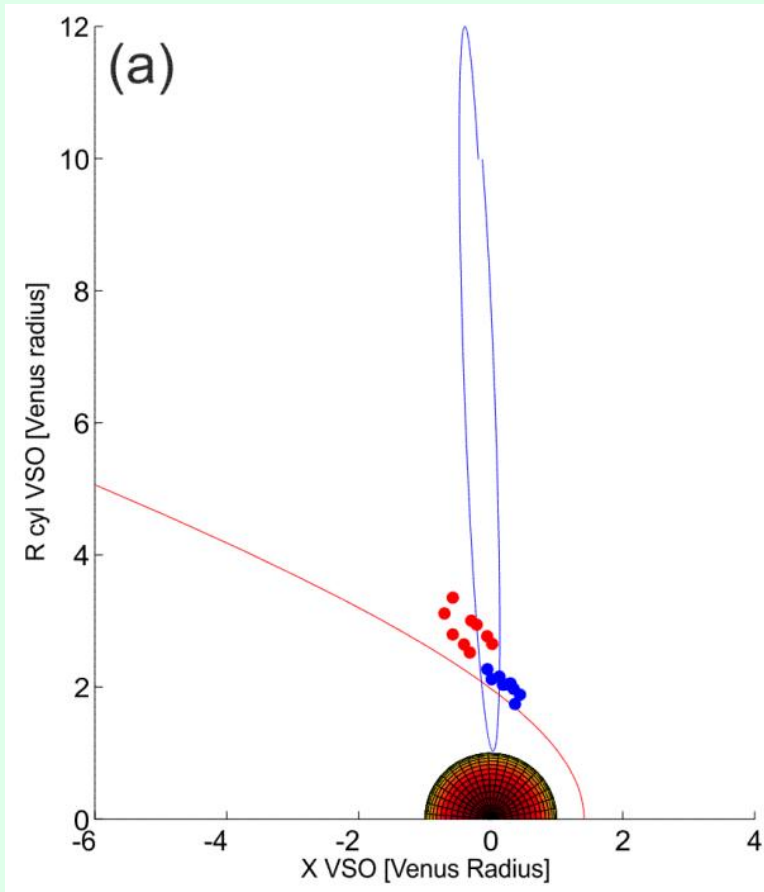
A Vénusz indukált mágneses tere benyomódik es felerősödik a mágneses felhő érkezésekor 2011 november 5-én.

CME a Vénusznál: indukált mágnesoszféra

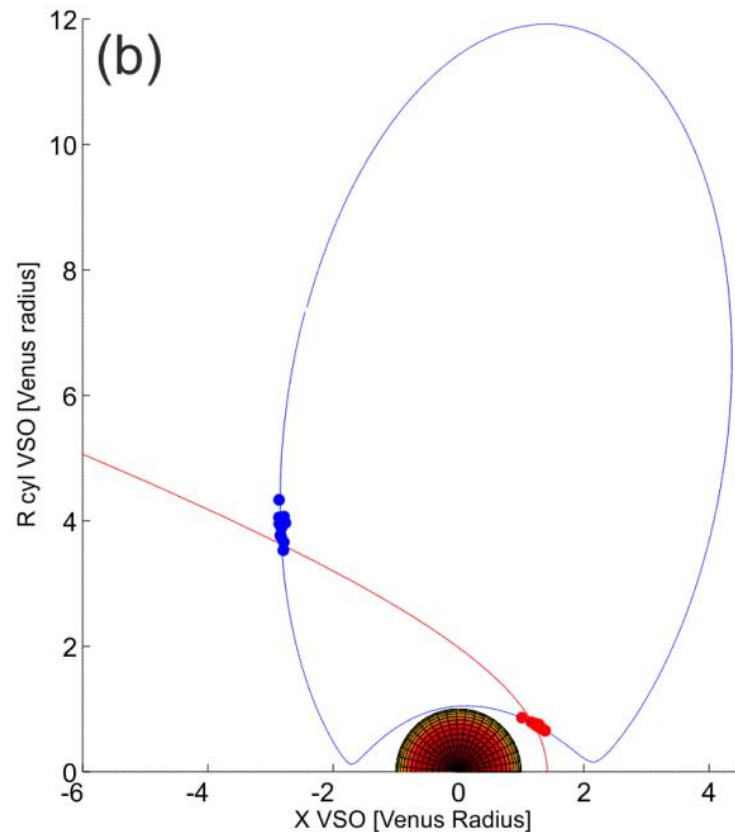


A mágneses tér normalizált maximuma a mágneses akadálynál 5 nappal a CMEk érkezése előtt és után.

CME a Vénusznál: fejhullám

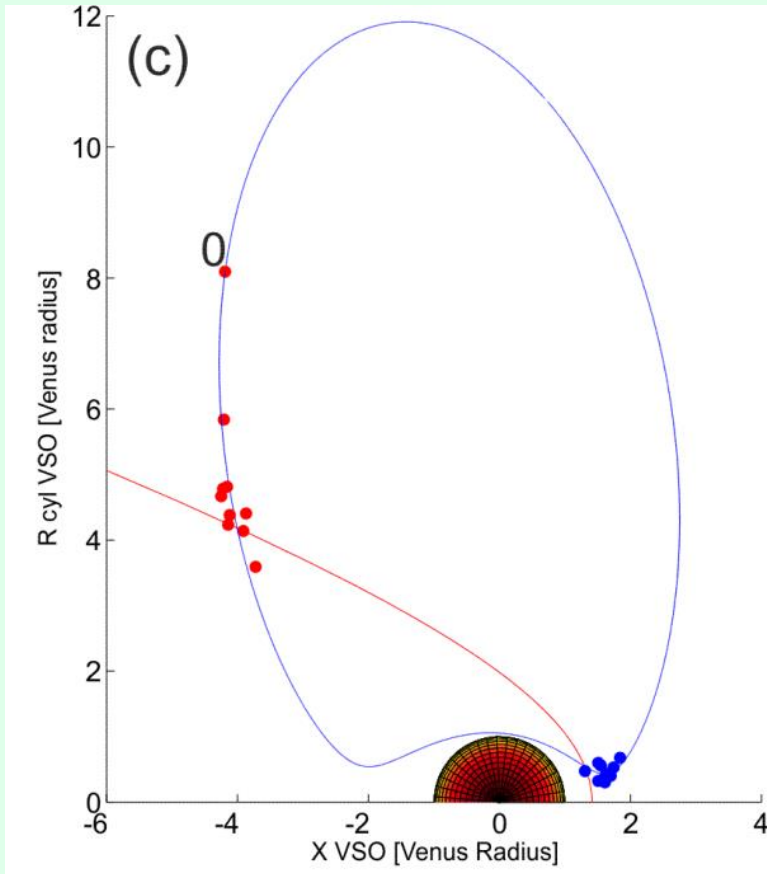


2010 márc. 3: VEX terminátor pálya.

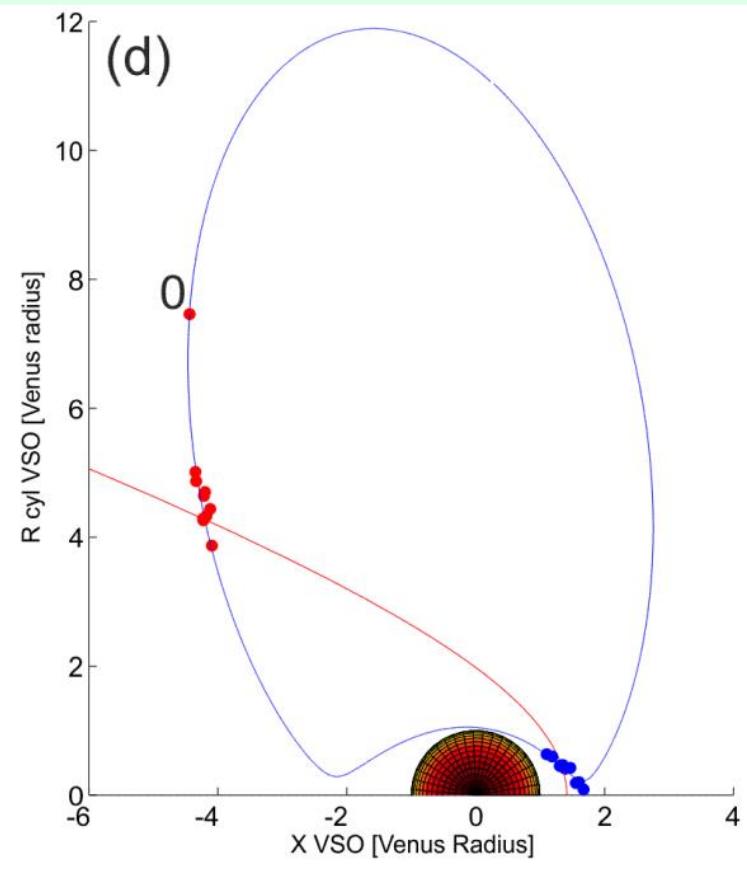


2011 júl. 28: csak az ICME burkot keresztezi.

CME a Vénusznál: fejhullám



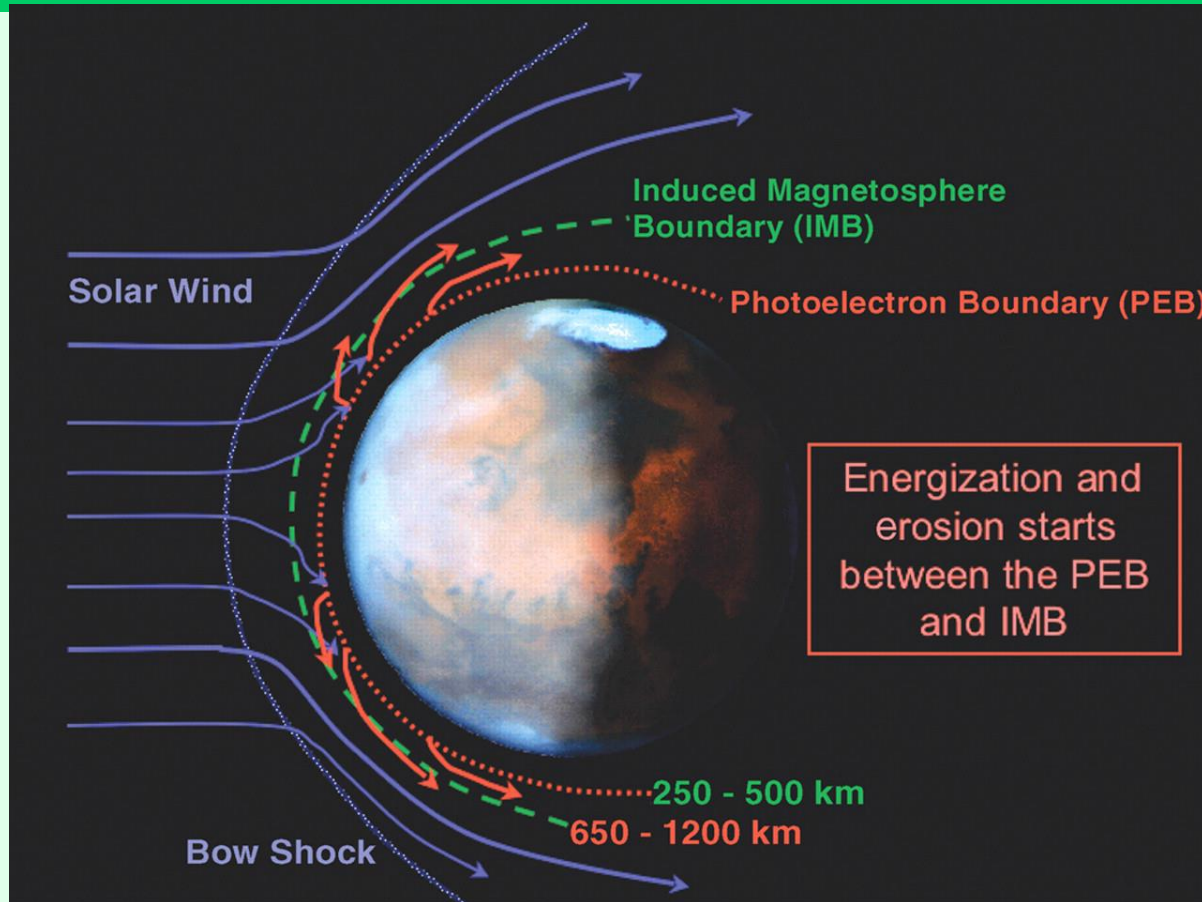
2011 nov. 5



2011 nov. 19

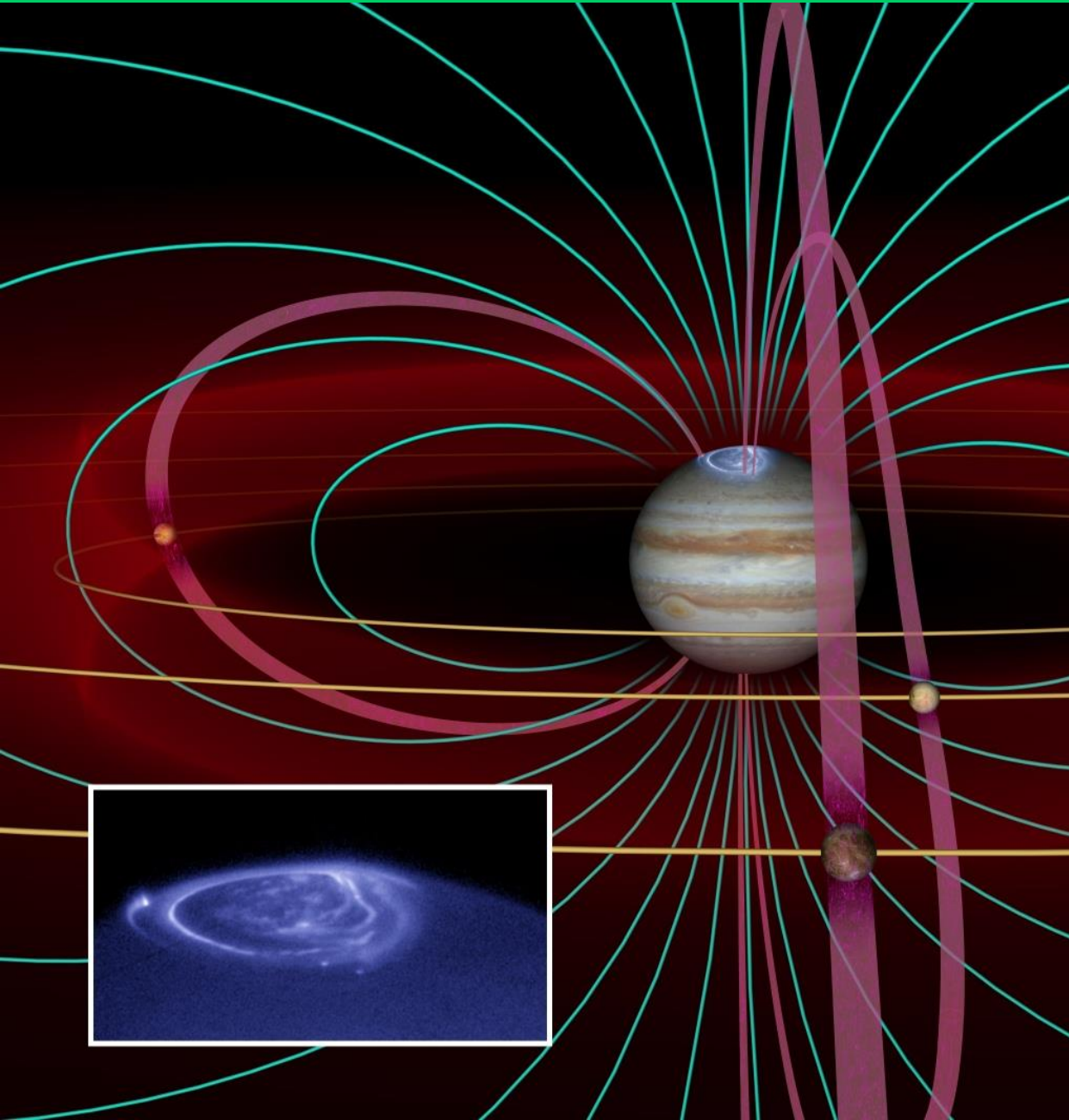
A mágneses felhő érkezésekor (0) a Vénusz fejhulláma kitágul

Mars



Gyenge mágneses tér, ritka atmoszféra, indukált magnetoszféra
Pfozter maximum (primer és szekunder kozmikus sugárzás
összege maximális): a Földnél 25 km-nél, a Marsnál a felszínen
Mars Science Laboratory: méri a felszínen a kozmikus sugárzást

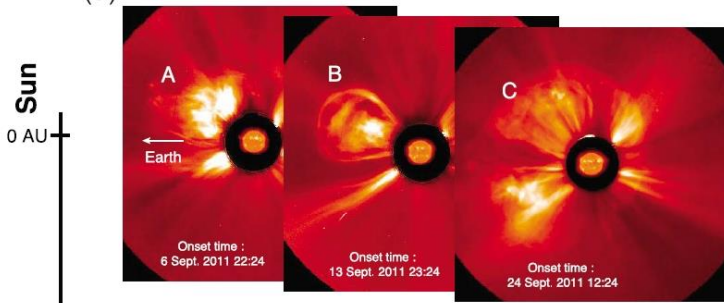
Jupiter, Szaturnusz



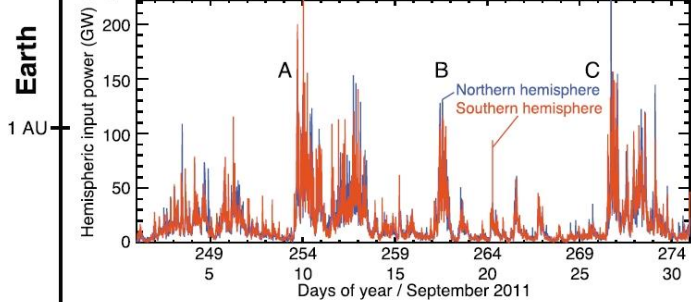
Erős mágneses tér,
hatalmas magnetoszféra,
sarki fény, rádiósugárzás
Szaturnusz: a forgásidő
meghatározható az
aurora rádiósugárzásából,
ezt a napszélesség
modulálja

Uránusz

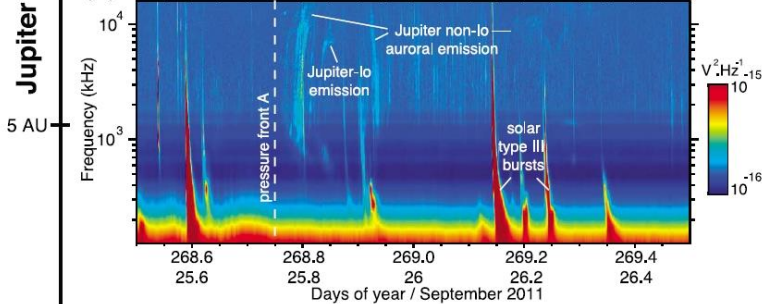
Coronal mass ejections (STEREO A)



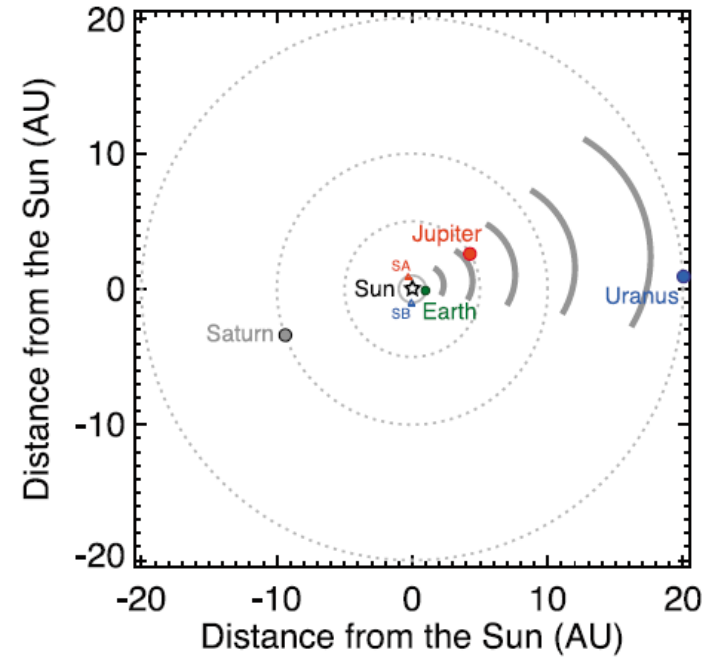
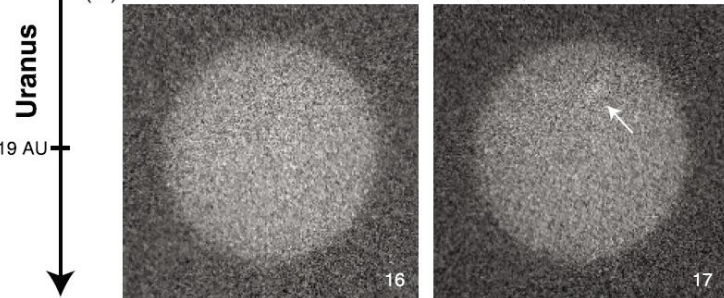
Auroral power (NOAA)



Radio auroral emissions (STEREO A)

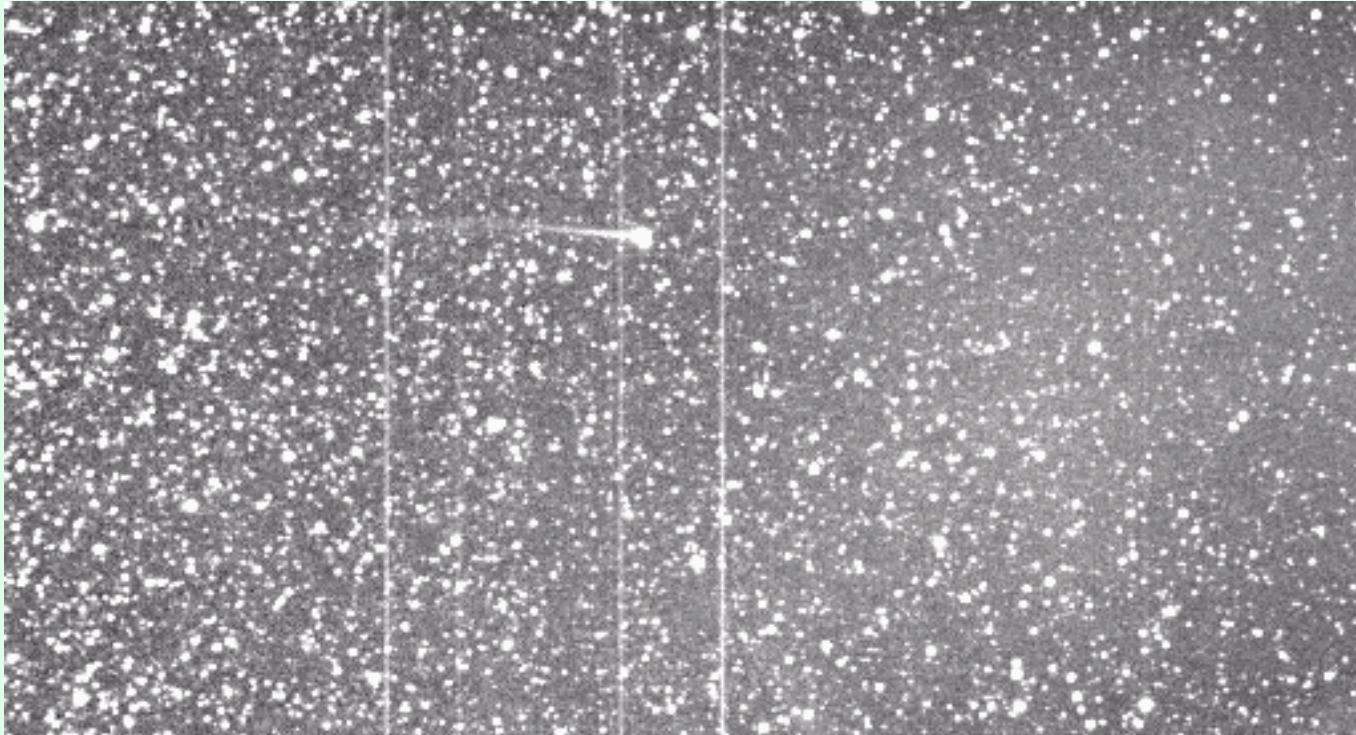


FUV aurorae (HST)



2011 szept. 3 CME
sarki fény észleléssel (HST)
sikerült pontosan
meghatározni
a bolygó forgásidejét (17 h)

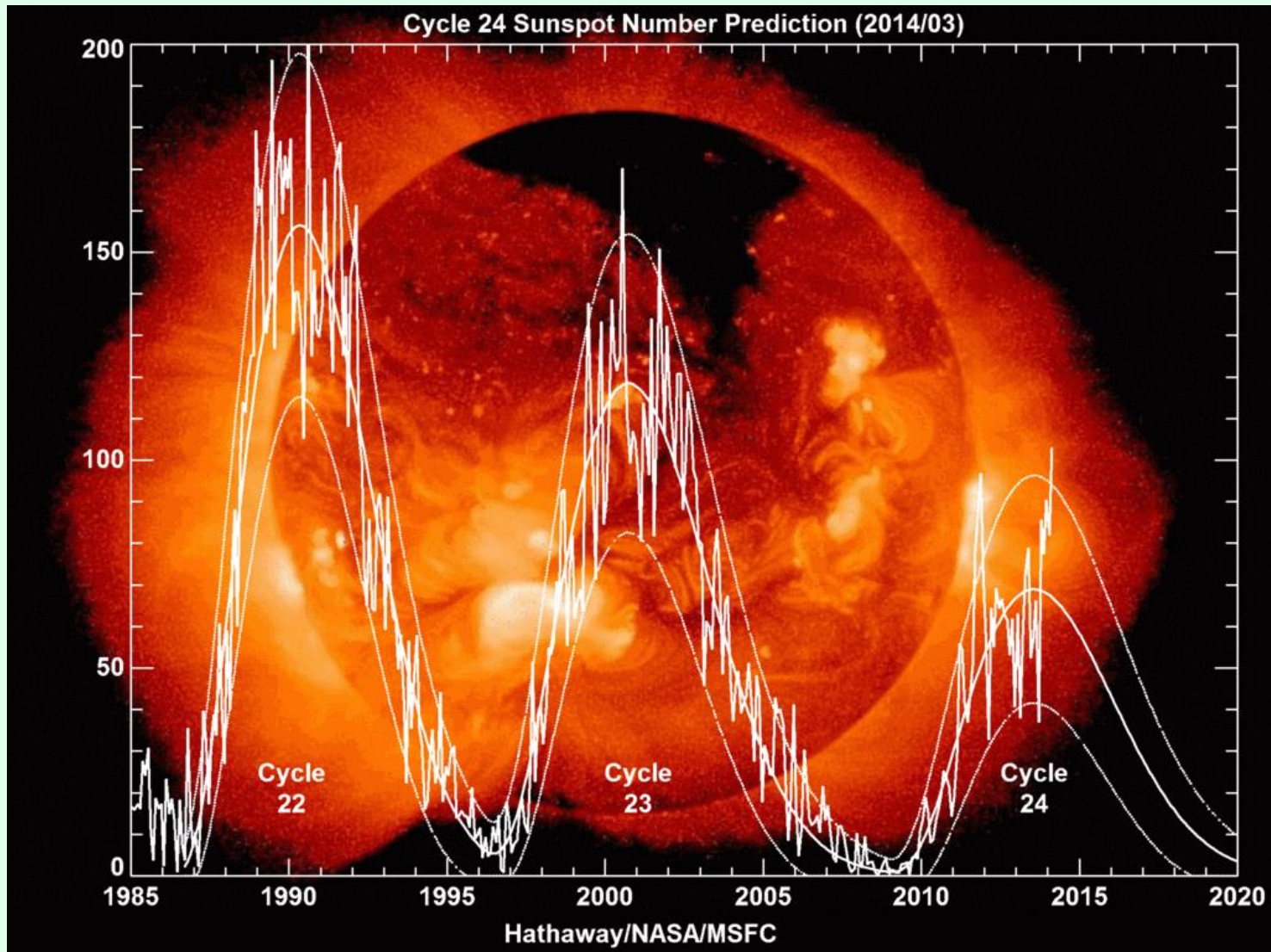
Üstökös



CME leszakítja az Encke üstökös csóváját

Köszönöm a figyelmet!

A naptevékenység előrejelzése



Extrém események

részecskefluxus
(proton/cm² (>30 MeV))

- 1942 feb.28-márc.7
- 1946 júl. 25 6×10^9
- 1956 feb. 23
- 1960 nov. 12 3.4×10^9
- 1972 aug. 4 5×10^9
- 1989 okt. 19 X13 4.3×10^9
- 2000 júl. 14 4.3×10^9
- 2003 okt. 28 X17 3.3×10^9
- 2003 nov. 4 X45
- **1859 aug. 28-szept. 2** 1.9×10^{10} proton/cm²
Carrington flare: sarki fény Panamában
fler >X10, gyors CME 2300 km-s,
gyakoriság: 1/100-500 év

Űridőjárás előrejelzés

SOHO a Földre irányuló zavarok sokkal jobb előrejelzése
1995-ben 173 geomágneses vihar 27%-át jósták meg
126 riadó 63%-a volt téves

25 előre irányuló CME közül 85% okozott nagy
geomágneses zavart, csak 15%-ot nem jelzett előre