

A flerek ionoszférára gyakorolt hatása geomágnese szempontból nyugodt időszakokban

Készítette: Erdey Júlia

Témavezető: Barta Veronika



Áttekintés

Az ionoszféra mint rendszer

Flerek

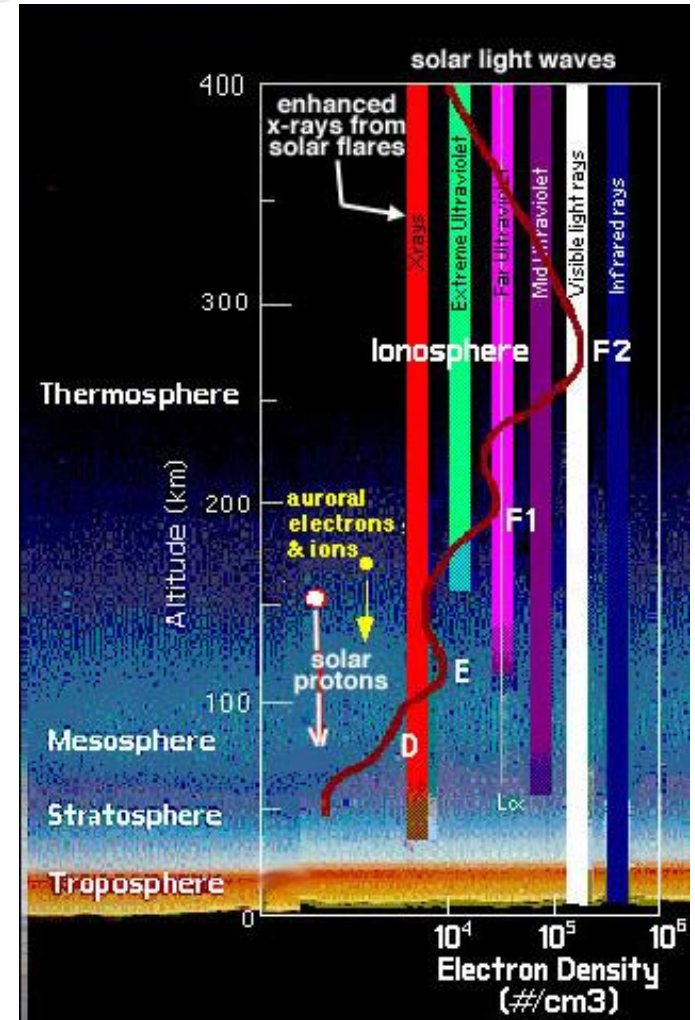
Eddigi tanulmányok

Tanulmány célja

Eredmények

Az ionoszféra mint rendszer

- 50 – 1000 km
- UV, röntgen és magas frekvenciájú hullámok érik a Napból
- Abszorpció, elektronok kiszakítása, rekombináció
- Folyamatok egyensúlya meghatározza az ionizáció mértékét
- Rétegei eltérő viselkednek a különböző frekvenciájú rádióhullámokkal szemben
- Eltérő kritikus és optimális frekvencia rétegenként (űridőjárás előrejelzés, stabil kommunikáció, GPS és más hasonló rendszerek védelme)



A flerek

- Tulajdonképpen hatalmas robbanások a nap felszínén
- Széles frekvenciatartományban sugároznak EM hullámokat (főként röntgen, EUV)
- Jelentős hatás főként a nappali féltekére
- Napkitörésnél intenzív ionizáció a semleges rétegekben is (főként E, F rétegekben) és D réteg abszorpció jelensége
- Besorolásuk a GOES rendszere szerint: X ($10E-4$ W/m² felett), M ($10E-5$ W/m² és $10E-4$ W/m²) és C ($10E-6$ W/m² és $10E-5$ W/m²)



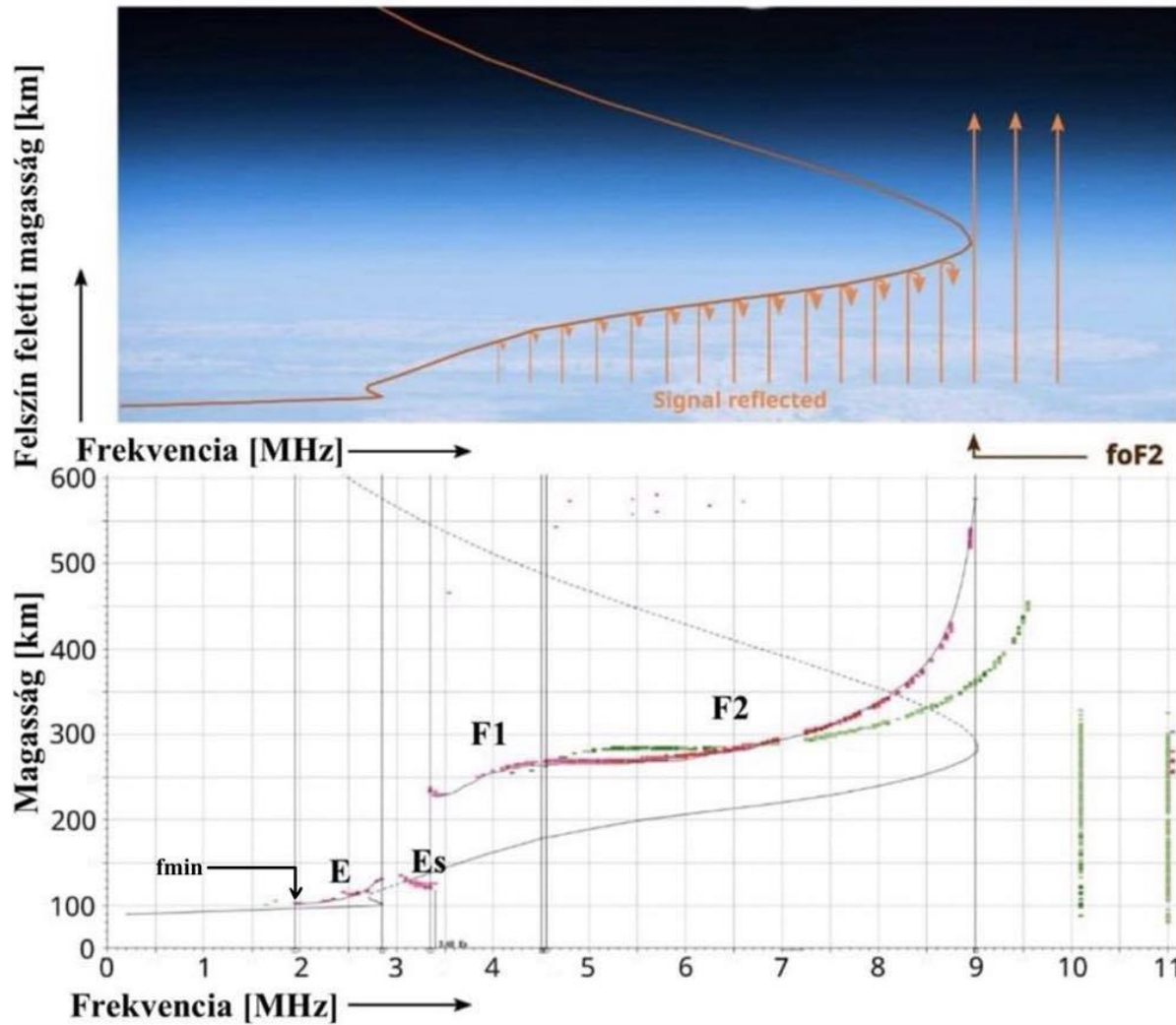
Az ionoszonda

- Ionoszféra pontos vizsgálatára fejlesztették ki az eszközt
- A rádiótranszmitter pásztázza a HF tartományt
- Rövid impulzusokat bocsát ki
- Az ionoszféra rétegeiről visszaverődnek a jelek
- Ezek alapján karakterisztikákat tudunk meghatározni



A cseh ionoszonda Pruhoniceben

Az ionogram

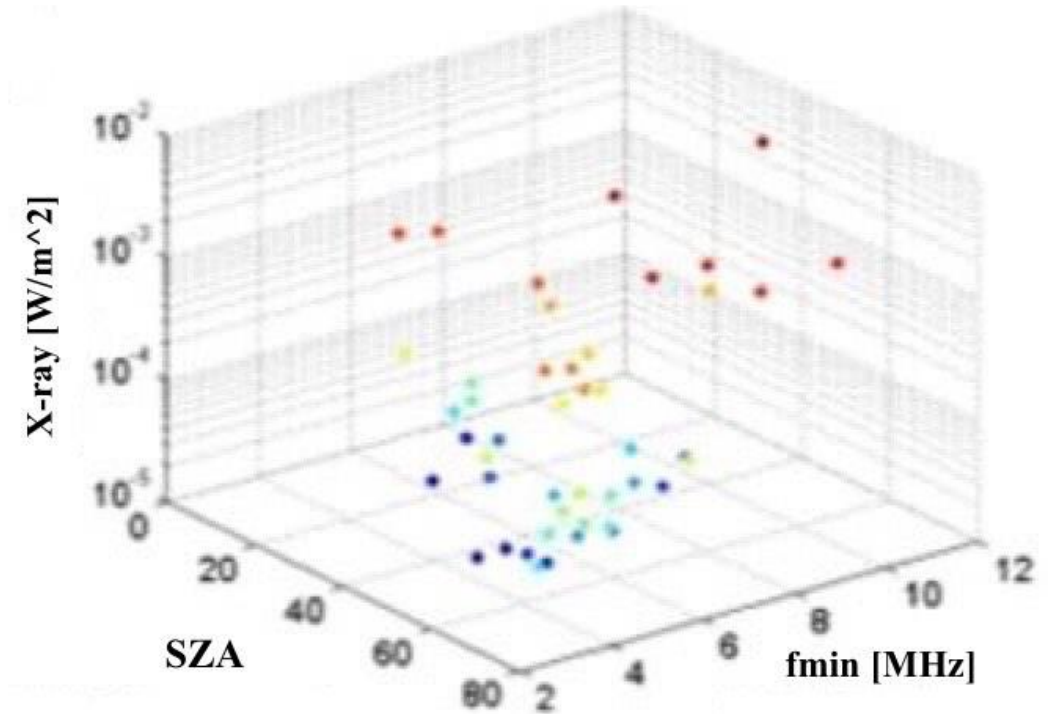


- Az eredmény, amit kapunk egy grafikon
- Rétegek sima görbeként jelennek meg ideálisan
- Aszimptota választja el a rétegeket (F1 – F2 kivétel)
- Felfelé ívelő szakasszal kezdődnek a rétegek
- Virtuális magasság a görbe legalacsonyabb pontjától
- „Ordinary” és „extraordinary” komponens
- Megjelenése függ napszaktól, évszaktól, napciklustól
- Legtöbb ionoszférikus folyamat alapja a fotoionizáció



Eddigi tanulmányok

- „Fade-out” jelenség (Barta et al. 2019)
- Az f_{min} paraméter kvalitatív mutatónak bizonyul a „non-deviative” rádióhullámok abszorpciójának mértékére
- Napkitörések intenzitása és f_{min} paraméter megnövekedésének korrelációja (Sharma et al. 2010)
- Napszög (SZA) figyelembevétele (Barta et al. 2019)
- Fler hatása az foF2 és VTEC adatokra nem kimutatható geomágnesesen zavart időszakokban (Barta et al. 2022)





Tanulmány fő célja

- Flerek ionoszférára gyakorolt hatása
- f_{min} és f_{oF2} paraméterek pontos meghatározása
- Ionoszféra abszorpciója és „geoeffektivitás” korrelációja a kapott paraméterekkel
- Napszög- és lokáció függőség vizsgálata
- Mindezek geomágneses szempontból nyugodt időszakokban





Események kiválasztása

C8-asnál nagyobb intenzitású események

$K_p < 4$, $Dst > -40$ nT

6 és 16 UTC között

52 esemény

11 referencianap



Paraméterek kinyerése

- GOES-16 műhold röntgen adatai két sávban (A: 0.1-0.8 nm és B: 0.05-0.4 nm)
- Proton fluxus
- Ionogramok feldolgozása (~2000)
- Számolás a kapott adatokkal



GOES-16

Adatok

Nap	Dst (napi min)	Kp (napi max)	Max fler	X-ray-A	X-ray-B	Proton flux [protons/(cm ² sr keV s)]
2024.04.07	-22	2.3	C1.1	3.74E-07	5.85E-07	0.000730887

Egy nyugodt nap adatai

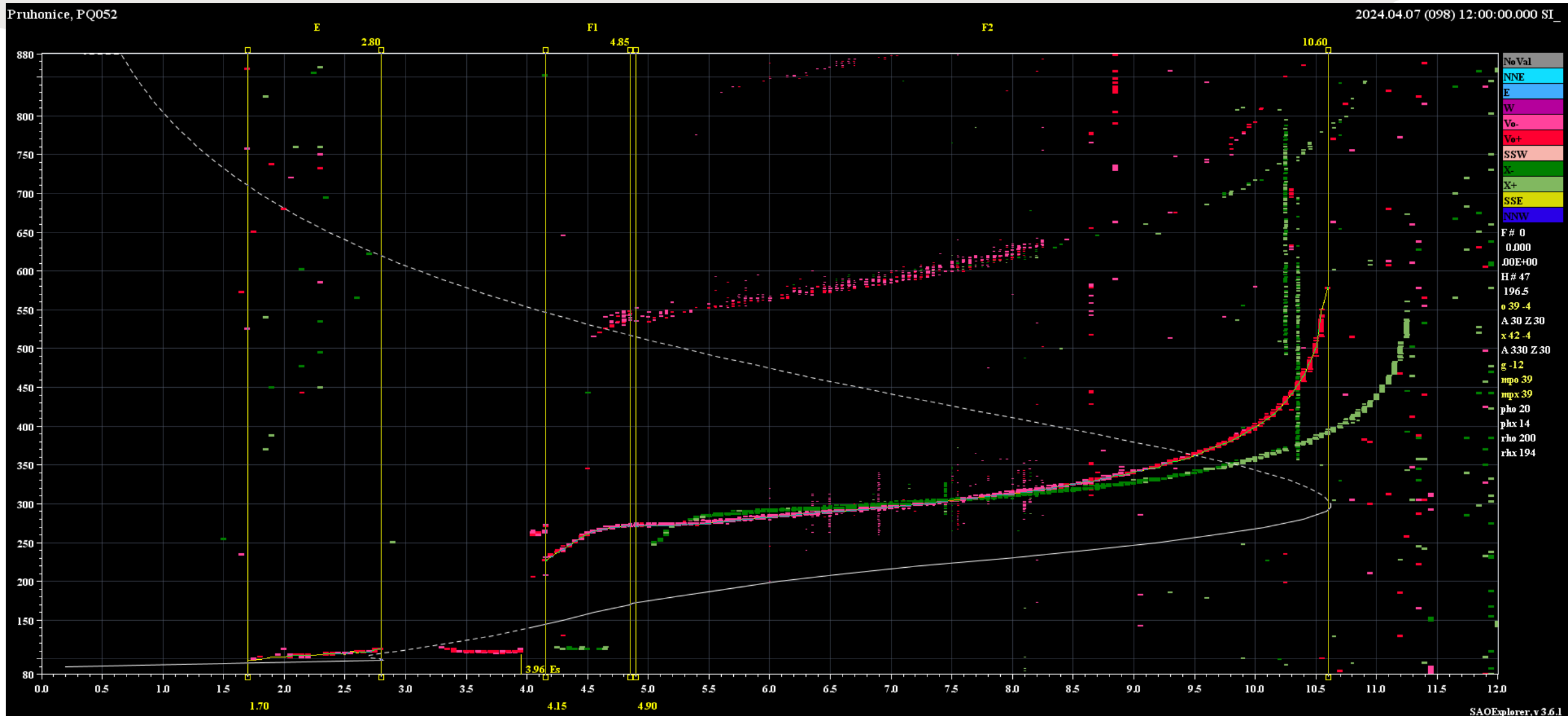
Intenzitás	Kezdet (UTC)	Peak (UTC)	Vég (UTC)	Kp (napi max)	Dst (napi min)	X-ray-A	X-ray-B	Proton flux [protons/(cm ² sr keV s)]	Azimuth [°] (fler peaktime)
M9.4	2024.06.23 12:51	2024.06.23 13:01	2024.06.23 13:11	3.3	-14	2.52E-05	9.40E-05	0.00254108	35

phi [latitude °] - fler peak	lambda [longitude °] - fler peak
-19	5.327556

Egy fler esemény adatai

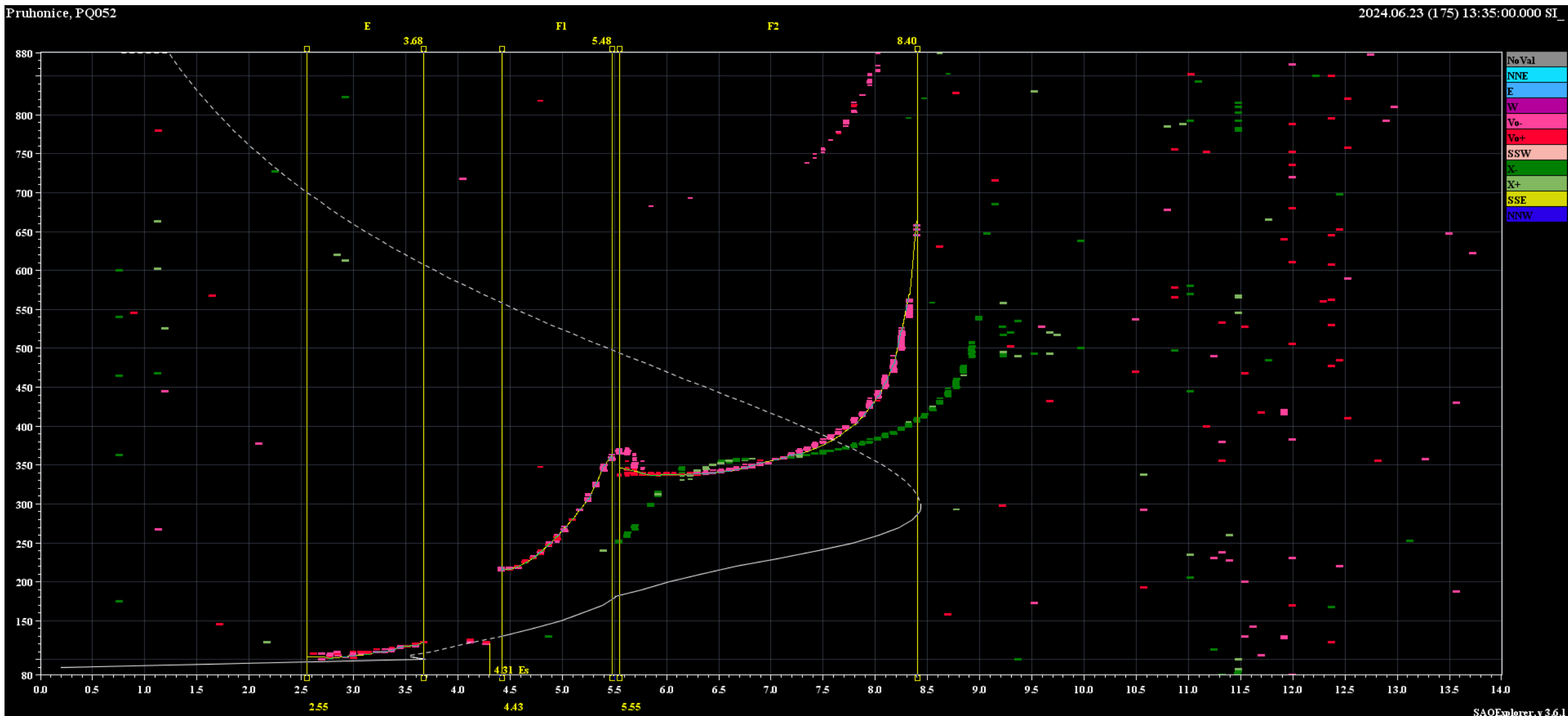


Nyugodt nap (2024.04.07.)

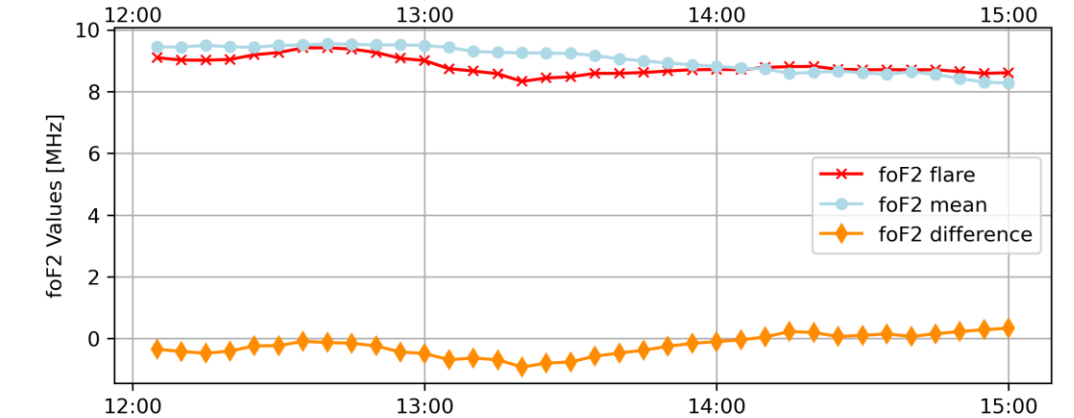
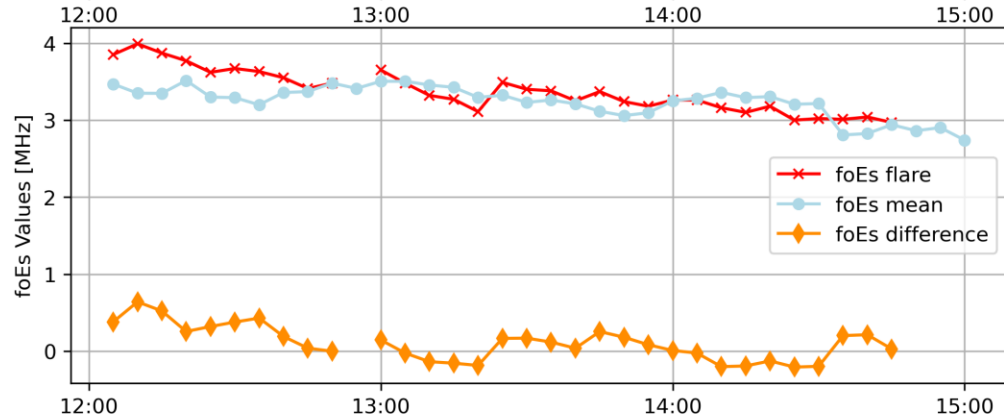
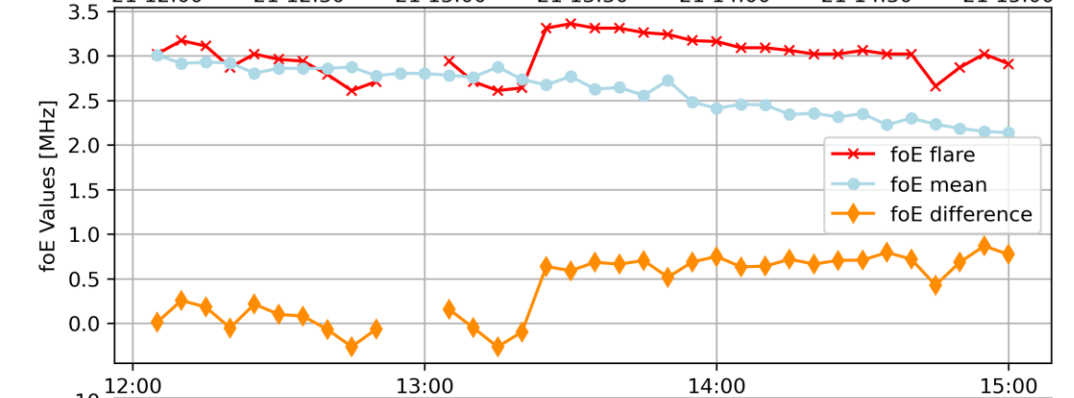
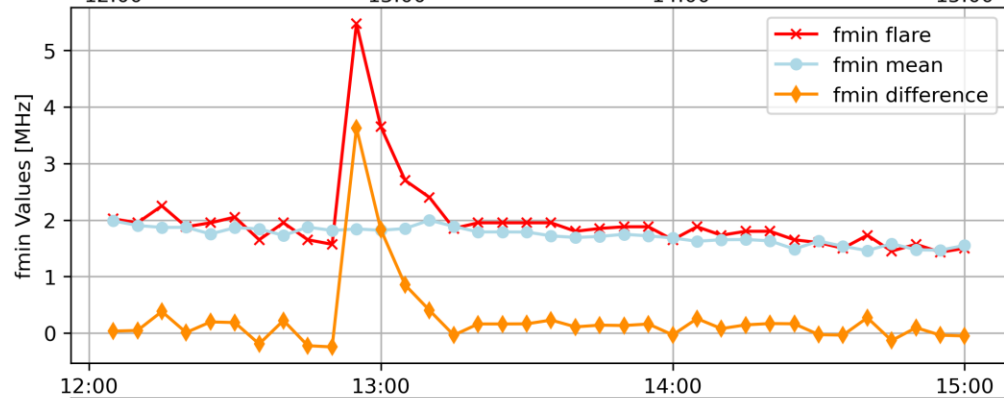
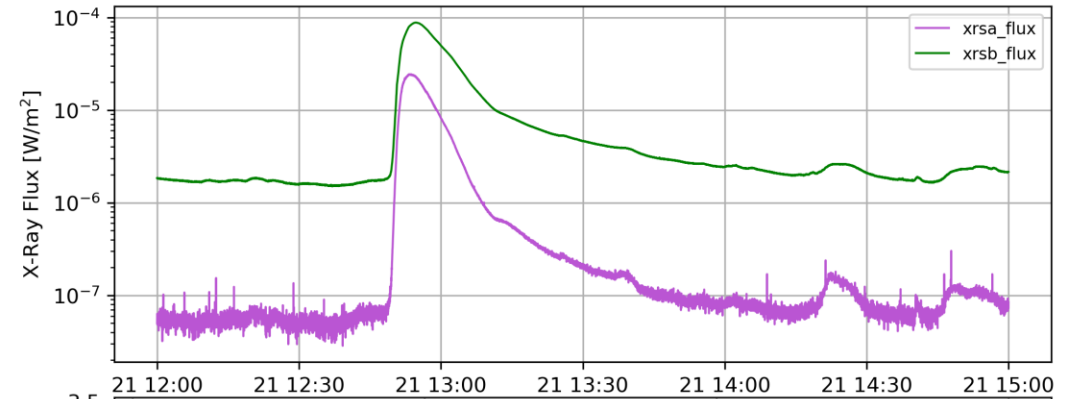
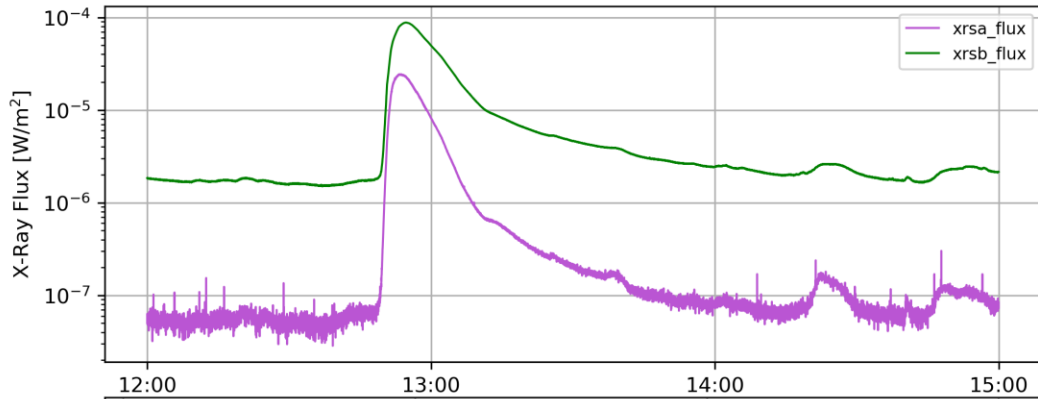




Fleres nap (2024.06.23.)

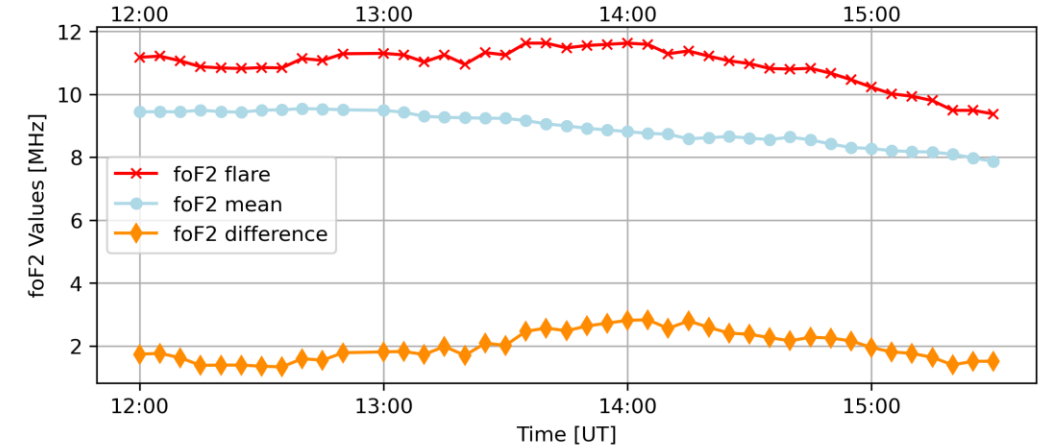
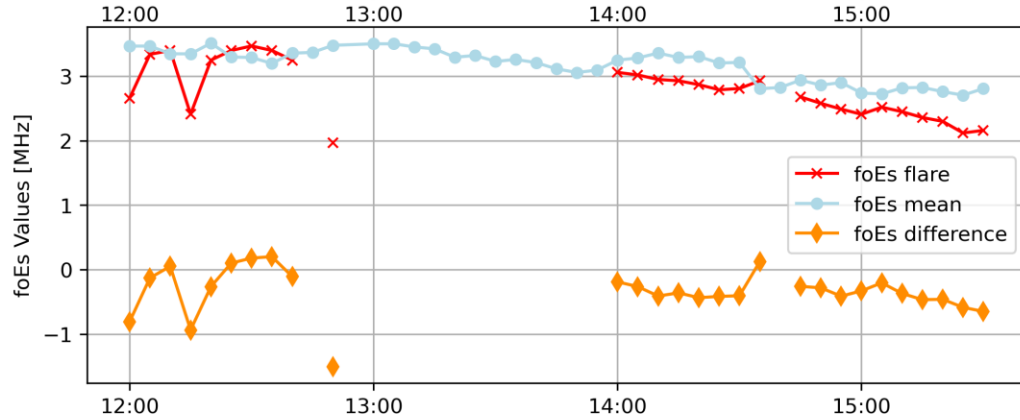
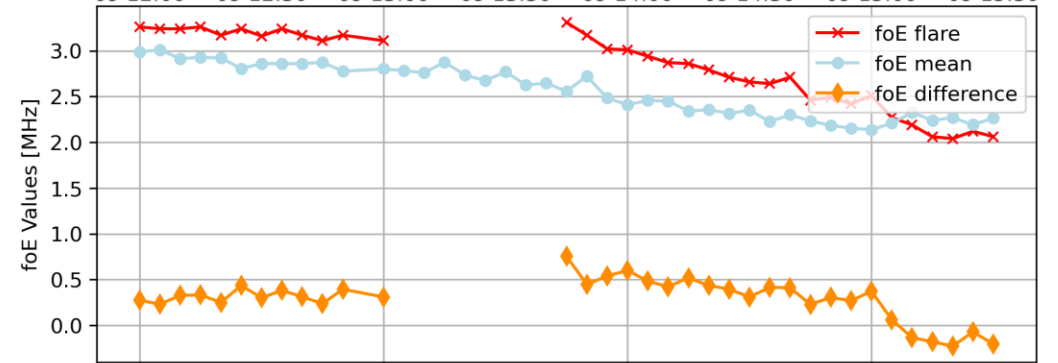
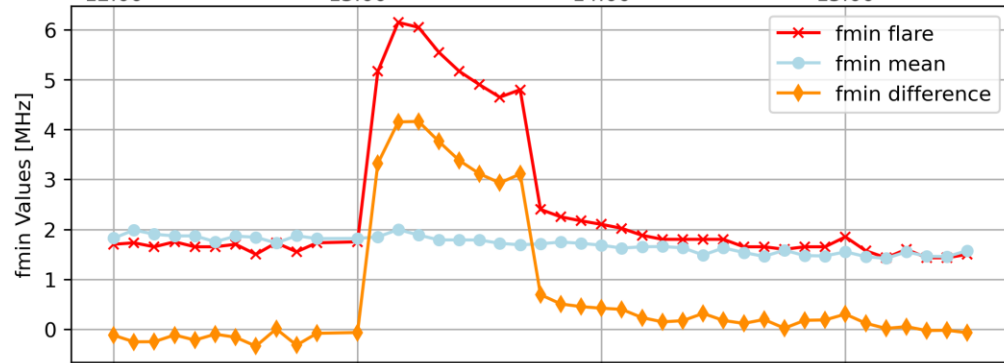
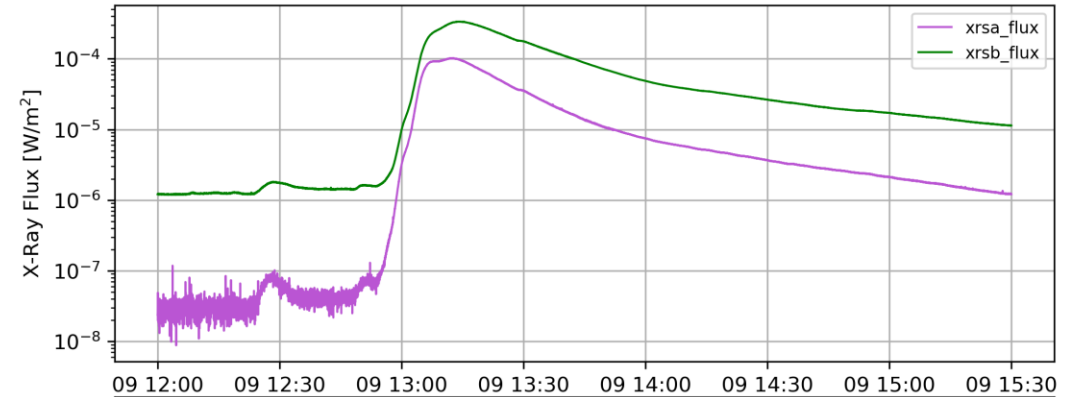
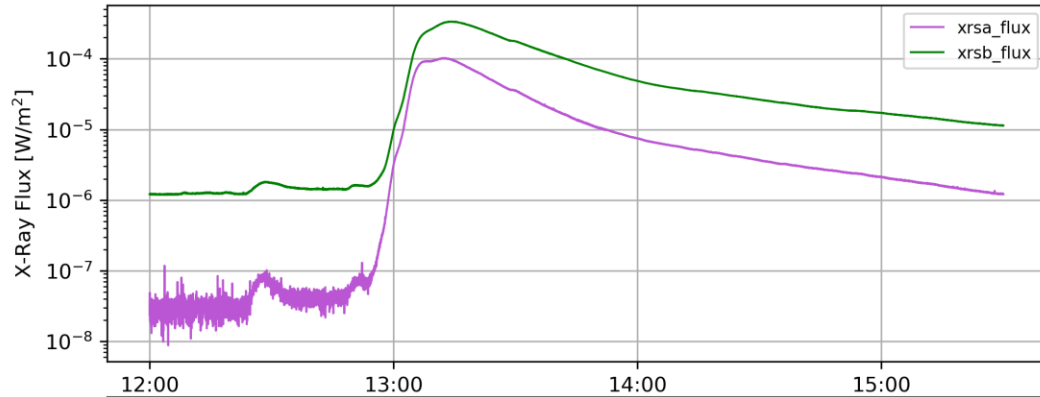


Fler esemény (2023.09.21. – M8.7)



Time [UT]

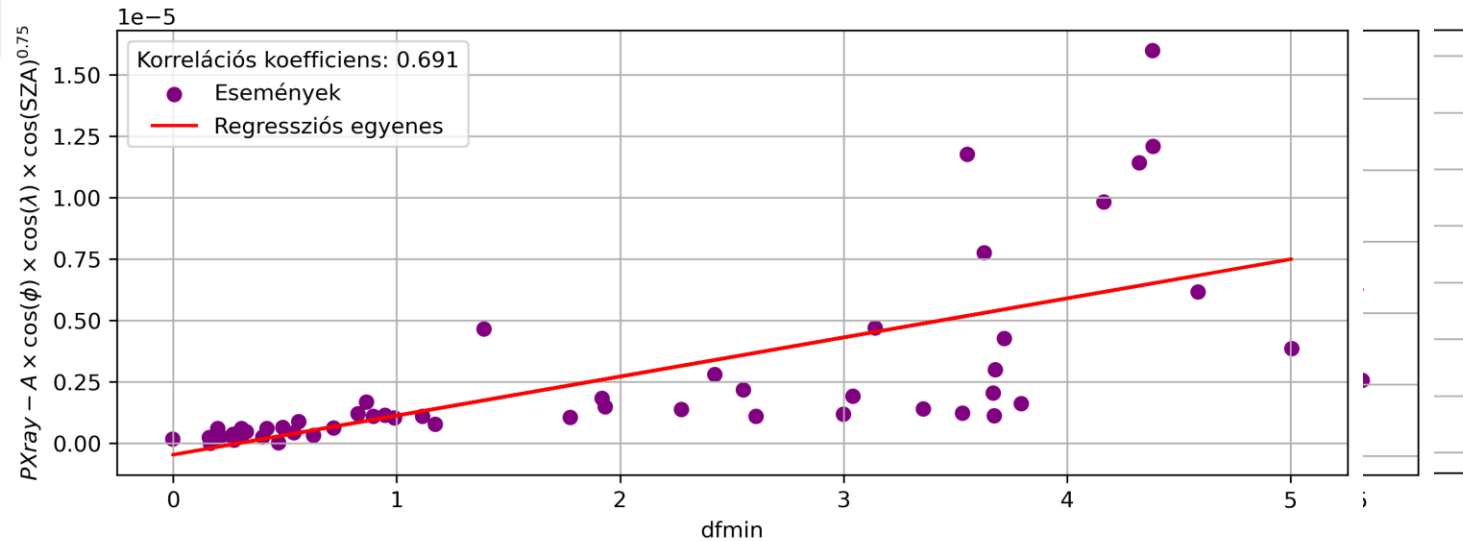
Fler esemény (2024.02.09. – X3.4)



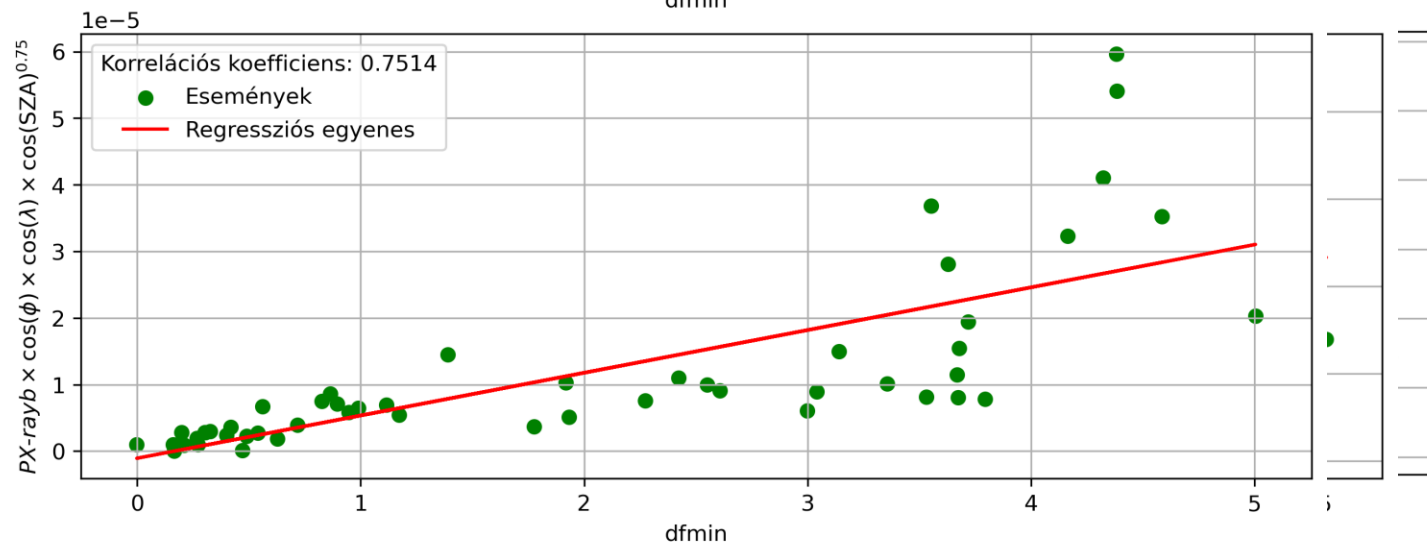
Korrelációs eredmények a dfmin paraméterrel



$PX\text{-ray} \times \cos(\phi) \times \cos(\lambda) \times \cos(SZA)^{0.75}$ és a legnagyobb dfmin értékek kapcsolata



*A sáv: 1-8 Angström
(0.1-0.8 nm)*



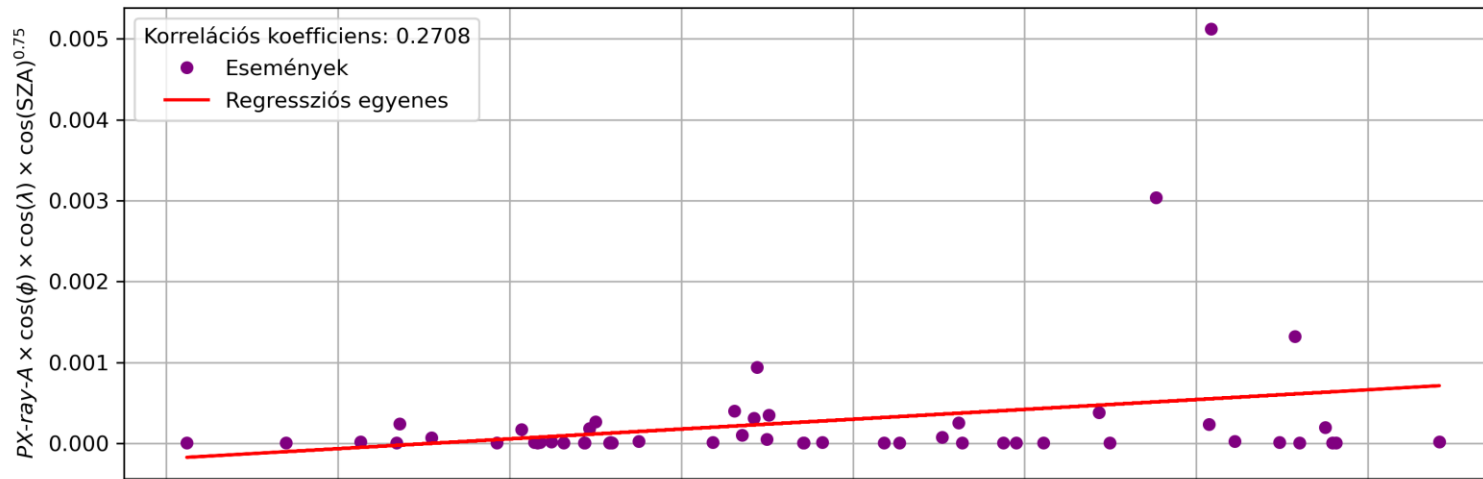
*B sáv: 0.5-4.0 Angström
(0.05-0.4 nm)*

Korrelációs eredmények a dfoF2 paraméterrel

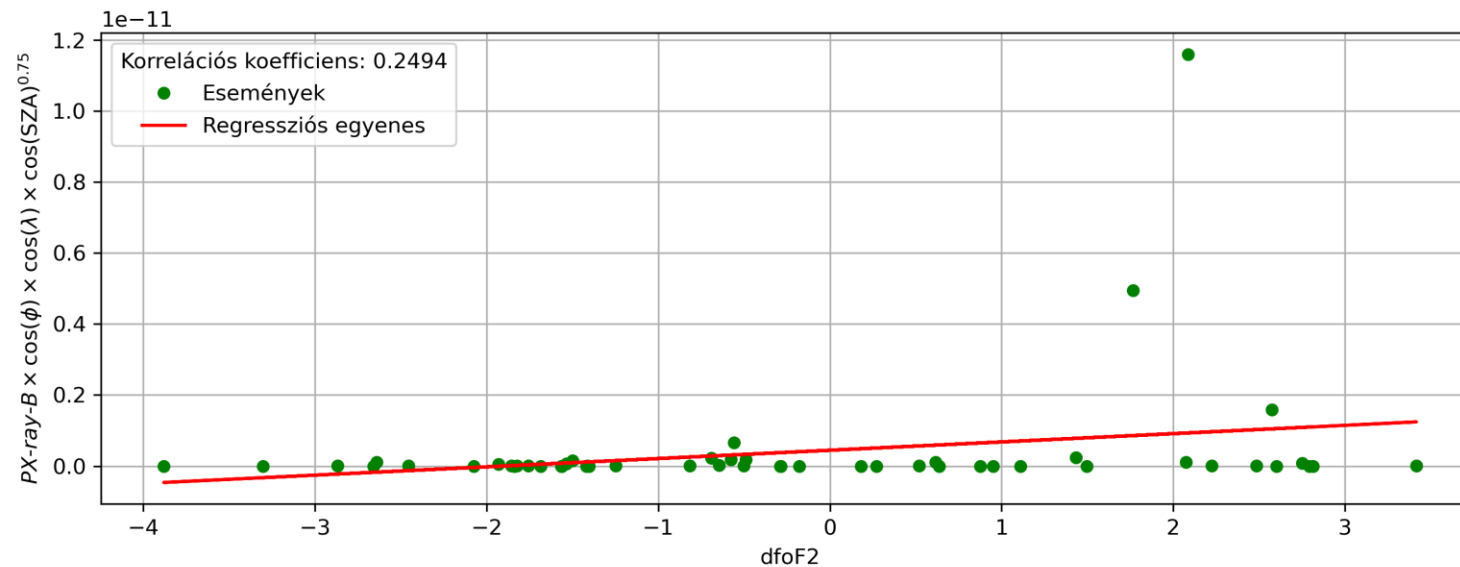


HUN
REN

$PX\text{-ray-A} \times \cos(\phi) \times \cos(\lambda) \times \cos(SZA)^{0.75}$ és a legnagyobb dfoF2 értékek kapcsolata



*A sáv: 1-8 Angström
(0.1-0.8 nm)*



*B sáv: 0.5-4.0 Angström
(0.05-0.4 nm)*

Legfontosabb eredmények

A df_{min} paraméter erős pozitív korrelációt mutat a fler események:

- során beérkező röntgenfluxussal,
- napkorongon felvett helyzetével,
- a fler során megfigyelhető napszöggel.

A legerősebb korrelációt a df_{min} és a „geoeffektivitás” között a napszög változásának nem lineáris kapcsolatbavonásával mutatta

A df_{min} erősebb korrelációt mutat a geoeffektivitással, mint a $dfoF2$



Tervek a jövőre nézve

- TEC megnövekedésének aránya
- Proton fluxus mélyebb vizsgálata
- EUV adatok bevonása
- Soproni ionoszonda bevonása

Köszönöm a figyelmet!



Eredmények jelentősége

- Egyértelmű változások az fmin paraméterben
- Távkommunikációs és helymeghatározási problémák kiküszöbölése
- Légi közlekedés elősegítése
- Földi vezeték nélküli kommunikációs rendszerek stabilitása



HUN
REN

