

## Féléves kutatási beszámoló, 2. félév

Fizika Doktori Iskola, Csillagászat és Részecskefizika Program

Név: Timár Anikó

Témavezetők: Németh Zoltán, Lichtenberger János

Téma: Napszél eredetű hatások egy üstökös körül – vizsgálatok a Rosetta űrszonda mérései alapján

### Bevezetés

A kutatásomat a 67P/Csurjumov-Geraszimenko üstökös diamágneses üregének vizsgálatával folytattam. A diamágneses üreg kiterjedését és dinamikáját a múlt félévben felvázolt  $B_0$  maximumkeresési eljárás és a napszélmodelleken alapuló megoldásokon kívül más módszerrel és más adatok felhasználásával is tanulmányoztam.

További kalibrált Rosetta mágneses mérések elérhetővé válásával az előző félévben vizsgált egy hónapos időszakot ki lehetett terjeszteni, és megvizsgálni a határ távolságának változását a teljes időszakra, amikor diamágneses üregáthaladásokat regisztrált a Rosetta űreszköz: azaz 2015 április 27-e és 2016 február 14-e között.

### Elvégzett kutatás

Egyrészt, a múlt félévben meghatároztam a diamágneses üreg kiterjedését a Föld irányából a Rosettahoz propagált OMNI mSWiM és WIND adatokkal, ezeket ebben a félévben kiegészítettem ACE űrszonda által mért adatokkal is. Mind a három adatsor nagyon hasonló eredményt ad. Ennek valószínűleg az az oka, hogy ezek az űrszondák mind a Föld közelében mértek, és a propagált paraméterek jóságát elsősorban a bemeneti adatok forrásának pozíciója határozza meg. A diamágneses üreghatár távolságának kiszámítását elvégeztem propagált STEREO-A dinamikus nyomás adatokkal is, mely űrszonda ebben az időszakban a Földhöz képest éppen a Nap túloldalán helyezkedett el – az üstököshöz közelebb, mint a Föld körüli társai. Bár a szonda helyzetéből adódóan nagyon hiányosak a STEREO-A napszélnyomás adatok, de azokra a rövid időszakokra, mikor elérhetőek voltak, az innen propagált jóslat jobb eredményt adott.

Másrészt, az előző félévben a  $B_0$  paramétert (az üstökös előtt feltorlódott mágneses tér maximuma, ami a napszél dinamikus nyomásával a  $B_0 \sim \sqrt{p_{sw}}$  összefüggés szerint hozható kapcsolatba) maximumkeresési eljárás segítségével próbáltam meghatározni Rosetta mágneses tér adatokból. Mivel ez a módszer csak egy becslés, a napszél dinamikus nyomására most egy harmadik eljárással is következtettem, amely azon alapul, hogy a Rosetta által mért mágneses tér értéke ( $B(r)$ ) függ a szonda és az üstökös távolságától ( $r$ ). Az első félévben is használt Cravens-modell a következőképpen írja fel a kapcsolatot  $B(r)$ ,  $r$  és  $B_0$  között:

$$B(r) = B_0 \sqrt{1 - \frac{r_{cs}^2}{r^2}}$$

Az egyenletből  $B_0$ -t kifejezve és visszahelyettesítve a korábban már ismertetett összefüggésbe, amely szerint  $r_{cs} \sim Q^{3/2}/B_0$ , a határtávolság kiszámolható, ha  $Q$  az üstökös gáztermelési rátája:

$$r_{cs} \sim \left( \frac{B(r)^2}{Q^{3/2}} + \frac{1}{r^2} \right)^{-1/2}$$

Ez a módszer csak az üregeken kívül használható, azaz  $B(r) > 0$  esetén; azonban ha a Cravens-modell helyes, akkor eredményként az egzakt határtávolságot adja vissza, ami összehasonlítható a maximumkeresési eljárás által számított határtávolsággal. A két megoldás nagyon jól illeszkedik egymáshoz azokon a területeken, ahol a szonda a diamágneses üregeken kívül tartózkodott, ami validálja a maximumkeresési módszert (1. ábra).

A kiterjesztett időszakra kiszámított határtávolság megmutatta, hogy 2015 június vége és 2016 februárja között mind a maximumkeresésen, mind pedig az OMNI mSWiM dinamikus napszélnyomásadaton alapuló módszerek nagyon jól illeszkednek a korábban talált üregáthaladási eseményekhez (2. ábra). Ebben az időszakban a határtávolság követi a múlt félévben bemutatott összefüggést, miszerint a napszél nyomás gyors változásai okozzák a rövid be és kilépéseket a diamágneses üregből, a napszél hatásával a lassan változó globális, átlagolt gáztermelési ráta tart egyensúlyt. A feltételezés szerint a lokális sűrűségváltozásokat a mágneses erővonalak feszítőereje elnyomja.

Ezzel szemben 2015 júniusa előtt a megoldás nem illeszkedik a talált üregáthaladásokhoz, ami utalhat arra, hogy ebben a korai időszakban valamilyen más (esetleg lokális) folyamat alakította ki az eseményeket.

A Cravens modell szerint az ionizáció mértéke befolyásolhatja a határtávolság kiterjedését, mely tulajdonságot az eddigi számítások során állandónak vettem. Ha 2015 májusában az ionizációs ráta jelentősen nagyobb, mint 2015 júniusa után, akkor ez megemelhetheti a határtávolságot a kérdéses időszakban. Az ionizációs ráta ilyen mértékű változását azonban az elérhető elektron és neutrális sűrűségadatok nem támasztják alá egyértelműen. Így, hogy kiderüljön milyen folyamat alakította ki ezeket az eseményeket, további kutatás szükséges, például a pontos ionizációs ráták meghatározása az időszakra.

## Publikációk

Z. Nemeth, J. Burch, C. Goetz, R. Goldstein, P. Henri, C. Koenders, H. Madanian, K. Mandt, P. Mokashi, I. Richter, A. Timar, and K. Szego 2016, *Charged particle signatures of the diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov–Gerasimenko*, MNRAS, Vol. 462 S415-S421 doi:10.1093/mnras/stw3028

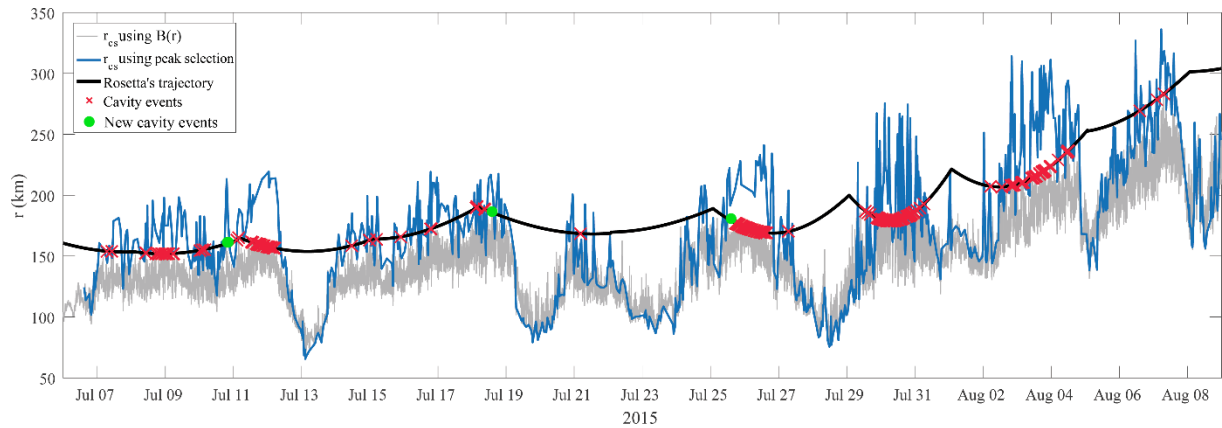
A. Timar, Z. Nemeth, K. Szego, M. Dosa, A. Opitz, H. Madanian, C. Goetz and I. Richter, *Modelling the size of the very dynamic diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko*, submitted to MNRAS

## Konferenciák

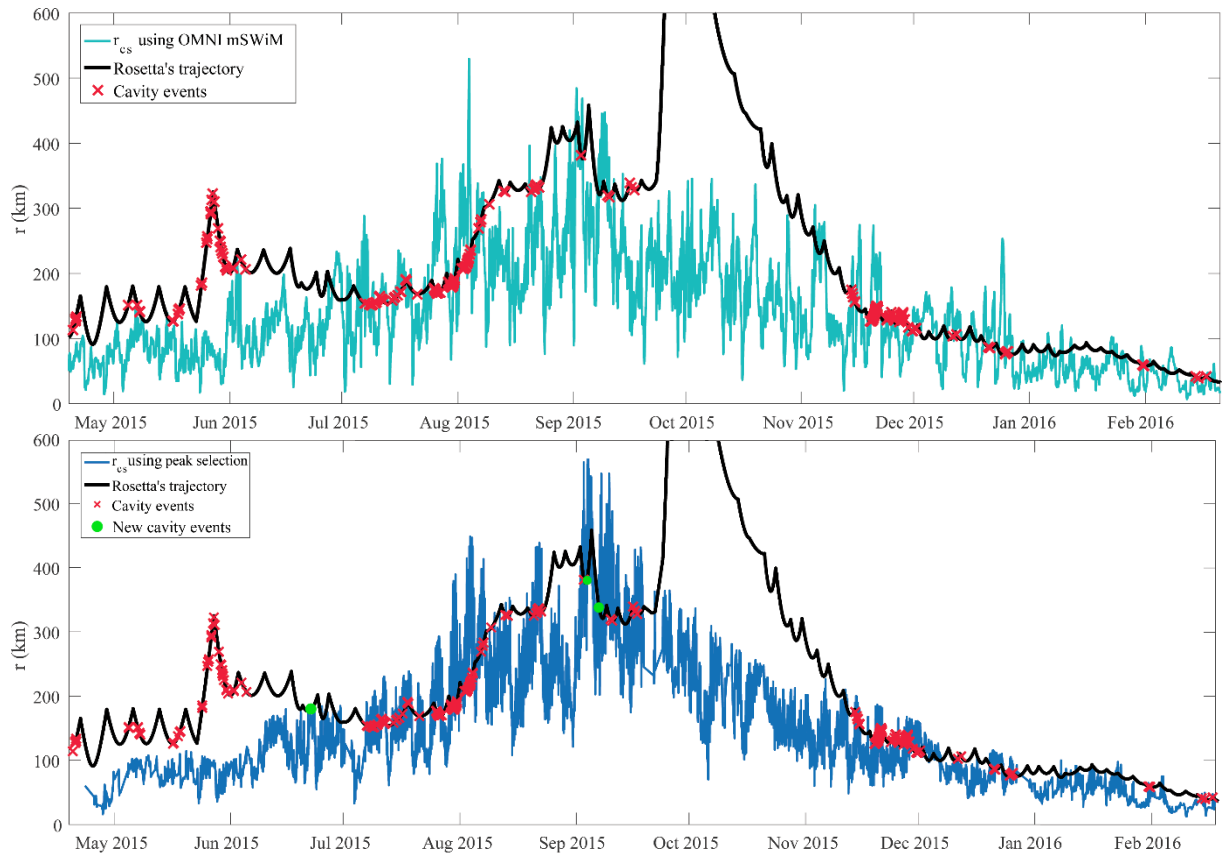
- Magyar Űrkutatási Fórum, április 5-7, Sopron
- EGU General Assembly, április 23-28, Bécs
  - Poszter bemutatása „Modelling the size of the very dynamic diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko” címen
- Eredményeim bemutattam a Rosetta RPC telekonferencián is, június 12-én

## Felvett kurzusok

- Pulzációelmélet
- Törpebolygók a Naprendszerben
- Az exobolygó kutatás modern módszerei



1. ábra: Határtávolság 2015 júliusában és augusztus elején, a maximumkereséses módszerrel (kék vonal) és a Cravens modellen alapuló skálázott mágneses tér adatokkal kiszámolva (szürke vonal). A két módszer hasonló eredményt ad az üregáthaladásokon (piros keresztek) kívül, ami validálja a maximumkeresési eljárást. A fekete vonal a Rosetta távolsága az üstököstől. A zöld körök olyan új üregáthaladási eseményeket jelölnek, amelyeket a maximumkeresési eljárás segítségével találtam meg.



2. ábra: Határtávolság kiszámítása az egész időszakra, OMNI mSWiM napszélnyomás adatok segítségével (felül) és a maximumkeresési eljárással (alul). További felfedezett üregáthaladások zöld körökkel jelölve. Mindkét módszerrel kiszámolt határtávolság csak 2015 júniusától ad jó egyezést a talált üregeseményekkel, ami arra utalhat, hogy 2015 májusában esetleg valamilyen más folyamat eredményezte az üregáthaladásokat.