

## Féléves beszámoló

*1. félév beszámoló (2019/2020 I.)*

**Boldog Ádám** ([boldogadi94@gmail.com](mailto:boldogadi94@gmail.com))

ELTE Fizika Doktori Iskola  
Részecskefizika és csillagászat doktori program

Témavezető: Dr. Kiss L. László  
CSFK főigazgató

Konzulens: dr. Dobos Vera  
CSFK CSI – tudományos munkatárs

A dolgozat címe: **Habitability studies of exoplanets**

*Bevezetés:* Munkám során föld típusú exobolygók lakhatóságát vizsgálom elméleti módszerekkel. Kutatásom központjában a TRAPPIST-1 bolygórendszer áll. Ebben a rendszerben eddig hét kőzetbolygót ismerünk, melyek közül legalább három az M8 típusú vörös törpecsillag lakhatósági zónáján belül kering. Kutatásom célja megkötést adni e bolygók mágneses dipólmomentumára, magnetoszférájuk kiterjedésére és egyéb mágneses térrel kapcsolatos tulajdonságaikra. A számolt értékeket felhasználva céloim meghatározni a légköri szökés mértékét a TRAPPIST-1 rendszer bolygóin.

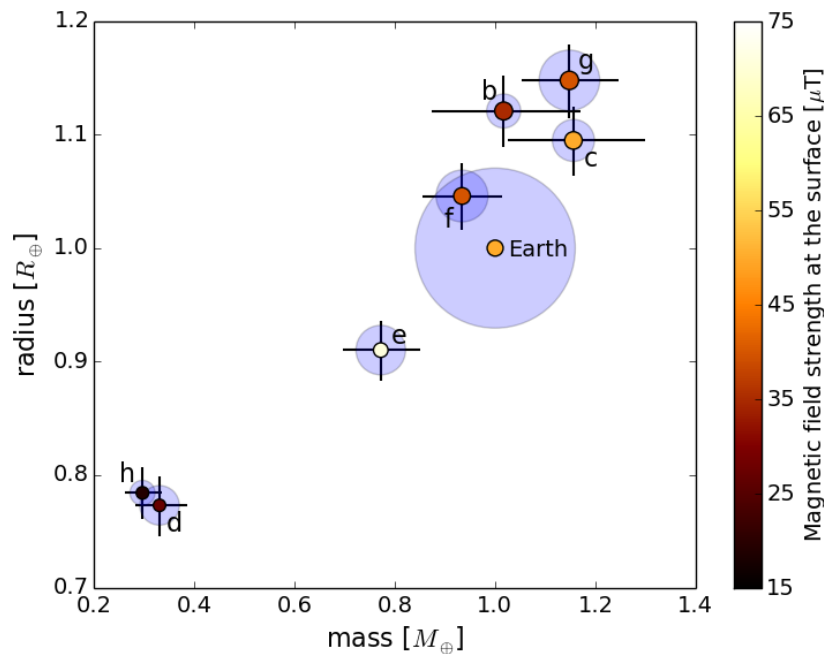
Lakhatóság szempontjából lényeges faktor az atmoszféra jelenléte. A légköri szökés a csillag aktivitásának következménye: az erős csillagszél, valamint a frekvenciált koronakidobódások és flarek hatására egy bolygó akár teljes légkörét elveszítheti. A TRAPPIST-1-hez való közelségük miatt a rendszer bolygói közvetlenül ki vannak téve a csillag aktivitásából származó folyamatoknak. A légköri szökés mértékét csökkentheti a bolygók erős mágneses tere, melyet az ezek belsejében lejátszódó folyamatok hoznak létre. Kutatásom során a dinamo fenntartásáért felelős mechanizmusokat leíró elméletek és a TRAPPIST-1 bolygók belső szerkezetéről rendelkezésre álló adatok segítségével adok megszorítást a bolygók mágneses terére.

*Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:* A kutatás első lépéseként a TRAPPIST-1 bolygók mágneses tulajdonságainak meghatározása volt a céloim. Többféle dinamómechanizmus létezik, a PhD első féléve során a Badro és munkatársai (2018.) cikkében ismertetett folyamatot használtam fel. Elméletük lényege, hogy a Föld korábbi szakaszában (az első négy milliárd év során) a mágneses teret létrehozó dinamo alapjául a könnyebb elemek, elsősorban a MgO vasmagból való kiválása során generált felhajtóerő-fluxus szolgált. Ahhoz, hogy a módszer a TRAPPIST-1 bolygókra is alkalmazhassam, a bolygók belső szerkezetéről, vasmagjuk méretéről való méréseket használtam fel.

A MgO-kiválás rátája a bolygó hűlésével fokozatosan változik. A bolygók termikus evolúcióját modellező program (Virtual Planetary Laboratory) segítségével a kiválási rátát időbeli függéssé alakítottam. A bolygók vasmagjának méretére vonatkozó adatokkal kombinálva kiszámoltam a kiválásból származó felhajtóerő fluxust és annak változását a rendszer első négy milliárd évében. A felhajtóerő-fluxusból kiszámoltam a generált mágneses

térerősséget a bolygók belsejében (ehhez egy felhajtóerőn alapuló ún. 'magnetic scaling law'-t használtam). Kiszámoltam a mágneses dipólus értékét is mind a hét bolygó esetében.

A magnetoszférák méretének meghatározásához egy, a TRAPPIST-1 csillagszélre vonatkozó modellt használtunk. A modell megadta a csillagszél sűrűségére és sebességére vonatkozó értékeket az egyes bolygók távolságában. Ezeket a mágneses dipólmomentumokkal összevetve megkaptam a magnetoszférák kiterjedésének mértékét. Kiszámoltam továbbá az auróra övet és a poláris sapka méretét is. Ez utóbbi azt a régiót jelenti, ahol a mágneses térerővonalak nyitottak, és a légköri szökés ezek mentén végbe mehet. Az 1. ábra mutatja a számítások eredményét négy milliárd évvel a rendszer keletkezése után.



1. ábra A TRAPPIST-1 rendszer bolygóinak mágneses térerőssége négy milliárd évvel a rendszer keletkezése után. A tengelyeken a bolygótömeg és –sugár látható, ezek hibahatára fekete vonalakkal van feltüntetve. A színskála a felszíni mágneses térerősséget mutatja, a kék áttetsző körök az egyes bolygók magnetoszférájának méretét jelzik. Referenciaként a Föld is fel van tüntetve.

*Publikációk:* a szemeszter során még nem jelent meg referált publikáció, de egy konferencia előadásomhoz kapcsolódóan egy kétoldalas, az eredményeket is bemutató absztraktom jelent meg az EPSC-DPS 2019 konferenciakiadványában: Boldog et al. 2019, Magnetospheric properties of the TRAPPIST-1 planets, EPSC-DPS Joint Meeting 2019, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1403.

Ismertetett kutatásomból annak kiterjesztése (a fenti folyamatától eltérő dinamómechanizmus, légköri szökés belefoglalása) után várható a cikk elkészítése.

*Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:* Az ELTE két kurzusán vettem részt a félévben: a Rádiócsillagászat I. EA (azonosító: FIZ/2/032E) és az Infrared Astronomy EA (azonosító: FIZ/2/040E) előadásokon. A két tárgy elvégzésével 12 kreditet teljesítettem.

*Konferenciák:*

Extreme Solar Systems IV Conference, Reykjavík, Izland, 2019. aug. 19-23.: poszter

EPSC-DPS Joint Meeting, Geneva, Switzerland, 2019. szept. 15-20.: előadás

Exoplanet Vision 2050, CSFK Csillagászati Intézet, Budapest, 2019. nov. 20-21.: előadás

TRAPPIST-1 Conference, Liège, Belgium, 2019. június 11-14.: poszter

*Szakmai közéleti tevékenység:*

Segédkeztem az IOAA 2019 Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Olimpia szervezésében, illetve részt vettem annak távcsöves éjszakai fordulójának felügyeletében.

Csillagászati és csillagásztörténeti előadásokat tartottam a Svábhegyi Csillagvizsgálóban. Részt vettem a Merkúr-átvonulás alkalmára hirdetett távcsöves ismeretterjesztő program lebonyolításában.

Segédkeztem a Konkoly Intézetben szervezett Exoplanet Vision 2050 workshop lebonyolításában.

Az MCC FIT programjának keretén belül 6. osztályosok számára hétfélig csillagászat kurzust tartottam.

Ismeretterjesztő cikket írtam a Fizikai Szemlébe *A Kepler-misszió* címmel (Fizikai Szemle 69/7-8 260-267), valamint a Galaktikába *A 2019-es Fizikai Nobel-díj* címmel.

Tagja vagyok az ESO-fordítók magyar csapatának, melynek kapcsán idén két cikket fordítottam le magyarra.