

FÉLÉVES BESZÁMOLÓ - 1. FÉLÉV

# Feketelyuk-aktivitással járó folyamatok vizsgálata megfigyelésekkel

BUDAI ANDOR METÓD  
*Fizikai tudományok  
doktori iskola*

RAFFAI PÉTER PHD  
egyetemi adjunktus  
témavezető

2018.01.13.

## 1. Bevezetés

Fekete lyuk aktivitással járó folyamat az úgynevezett hosszú gamma-kitörés, amely forrása egy csillag fekete lyukká roskadó magja és a körülötte akkréciós korongot formáló bezuhanó anyag [2]. A kitörés során keletkező gamma-sugárzás akkor válik detektálhatóvá, ha a korongra merőlegesen kibocsájtott nyalábok (*jetek*) a Föld irányába mutatnak [2]. A hosszú kitöréseket gyakran kíséri egy több hullámhosszon is megfigyelhető, jelentősen hosszabb ideig tartó sugárzás, az úgynevezett utófény [3]. Az utófény görbójén jelentkező akromatikus törés bekövetkezésének idejéből kiszámolható a nyaláb félnyílásszöge, illetve bizonyos, strukturált keresztmetszeti fényességprofilokat feltelező modellek használata esetén a megfigyelő és a nyaláb tengelye által bezárt látószög [1]. A kitörés prompt fénygörbéje nagy variabilitást mutat, melyre több magyarázat is született, ezek közül néhány a nyalábok mozgását tekinti a változékonyság fő forrásának [4, 5].

## 2. Az aktuális félévben végzett kutatások ismertetése

A munkám célja azon kapcsolat létének demonstrálása, amely a nyalábok mozgása esetén a változékonyság mértéke és a nyílásszög, illetve a változékonyság mértéke és a látószög között jön létre. Mivel az utófény görbéjén jelentkező törést teljesen más hullámhosszon és időben jelentősen később lehet megfigyelni, mint a prompt görbe variabilitását, a két jelenség között kimutatható összefüggés egy olyan robusztus módot teremt a nyalábmozgás létezésének tesztelésére, amelyet ezidáig még nem végzett el senki.

Tesztelendő a fent leírt hipotézist Monte Carlo szimulációkat futtattam, melyek során a nyaláb véletlenszerű mozgása által produkált fénygörbék variabilitását vizsgáltam a nyaláb nyílásszöge, illetve a kezdeti látószög függvényében. A szimulációk során a kitörések között véletlenszerűen változtak a fénygörbét befolyásolni képes tényezők, például a kitörés hossza, vagy az energialeadás pontos időbeli lefutása. Az első félévben végzett munkámat az MSc utolsó évében megkezdett munka folytatása képezte, amely során megírtam a szimulációhoz szükséges számítógépes kódot, megkerestem a megfelelő fényességprofilokat, és kidolgoztam a legalkalmasabb módszert a variabilitás mérésére. Ebben a félévben tovább finomítottam a kódokon, növelve a hatékonyságukat, ezáltal lehetővé téve több szimuláció gyorsabb lefuttatását.

Félév során két nyílásszögeloszlás mellett vizsgáltam a variabilitás valamint a megfigyelő látóiránya és a nyaláb pereme által bezárt szög közötti összefüggést uniform keresztmetszeti profil esetén. A korreláció tesztelésére használt  $r$  Pearson-féle korrelációs együttható és  $p$ -szám értéke homogén nyílásszögeloszlás esetén 1000 fénygörbéből álló mintára:  $r = -0,17 \pm 0,03$ ,  $p = (1 \pm 3) \cdot 10^{-5}$ . Ugyanezen értékek log-normális szögeloszlás mellett:  $r = -0,17 \pm 0,01$ ,  $p = (1 \pm 3) \cdot 10^{-7}$ . Látható, hogy mindkét esetben az antikorrreláció 99%-os bizonyossággal kimutatható. Emellett azt is vizsgáltam, hogy hogyan változik a fenti számok értéke a mintanagyság növekedésével, amelynek szemléltetése az 1. és 2. ábrán látható.

A fent leírtakkal párhuzamosan a félév során dolgoztam az eredményeimet összefoglaló cikk megírásán témavezetőmmel közösen, amelynek kiadó-

hoz történő beküldését 2018. tavaszára tervezzük.

### 3. A félév során elvégzett kurzusok

- Rádiócsillagászat 1. EA (FIZ/2/032E): Jeles
- Csillag- és galaxispopulációk (FIZ/2/120): Jeles
- Fekete lyuk fizika (FIZ/2/122): Jeles

### Hivatkozások

J. Granot. The structure and dynamics of grb jets. *RevMexAA*, page 140, 2007.

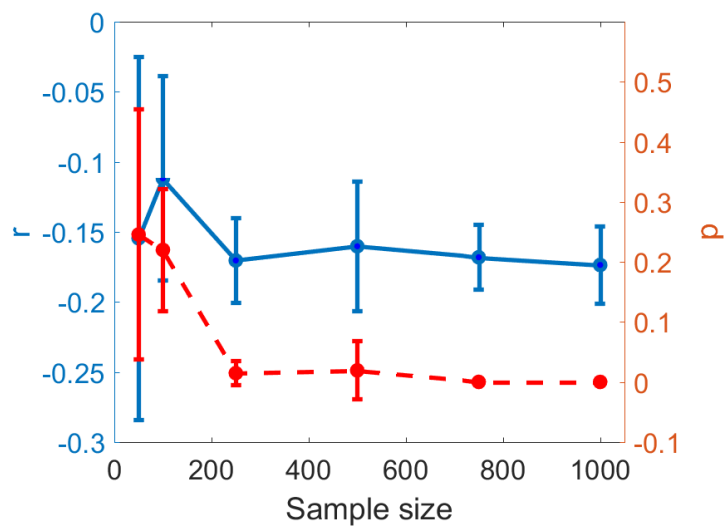
P. Kumar and B. Zhang. The physics of gamma-ray bursts & relativistic jets. *Physics Reports*, 561:1, 2015.

P. Mészáros. Gamma-ray bursts. *Reports on Progress in Physics*, page 2259, 2006.

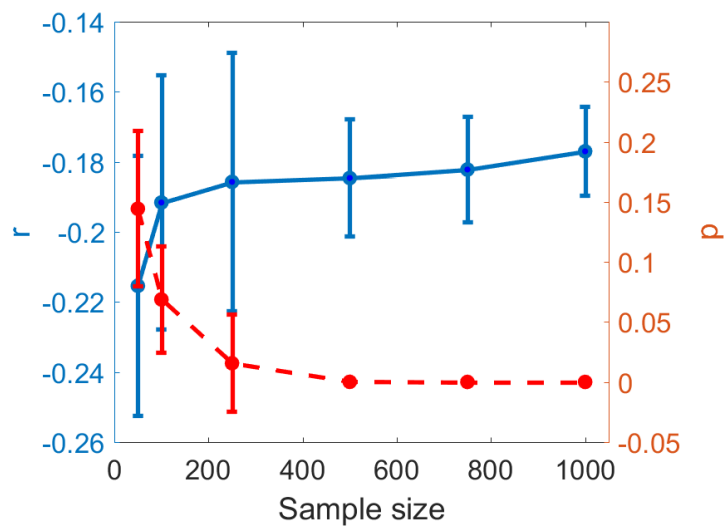
S. F. Portegies Zwart, C.-H. Lee, and H. K. Lee. Can precessing jets explain the light curves of gamma-ray bursts?

M. M. Reynoso, G. E. Romero, and O. A. Sampayo. Precession of neutrino-cooled accretion disks in gamma-ray burst engines. *A&A*, 454:11, 2006.

## 4. Ábrák



1. ábra. Az  $r$  korrelációs együttható (kék) és a  $p$ -szám (piros) változása a mintanagyság növekedése mellett egyenletes szögeloszlás esetén.



2. ábra. Az  $r$  korrelációs együttható (kék) és a  $p$ -szám (piros) változása a mintanagyság növekedése mellett log-normális szögeloszlás esetén.