

**Opponensi vélemény**

**Szatmáry Károly**

***Csillagok fényességének periódusváltozása***

**c. doktori értekezéséről**

**Dr. Kovács József  
a fizikai tudomány kandidátusa**

**Szombathely  
2013. augusztus 9.**

## Az értekezés témája

Jelölt a benyújtott értekezésben több változócsillag-típus fényességváltozásának periodicitásával, illetve maguknak a periódusoknak az időbeli változásával kapcsolatos, több évtizedet átfogó tudományos munkásságának keresztmetszetét adja.

A pulzáló változócsillagok fotometriája, periodikus fényességváltozásának vizsgálata a magyar csillagászat nagy tradíciókkal rendelkező, nemzetközileg is rendkívül sikeres és elismert területe, nem utolsósorban a jelölt és egyetemi tanítványai által végzett kutatásoknak is köszönhetően.

## Az értekezés felépítése

A magyar nyelven készült értekezés egy rövid **előszó**ból, **hat fejezet**ből, egy szintén kompakt **összefoglalás**ból és **kitekintés**ből, **köszönetnyilvánítás**ból és egy 118 hivatkozást tartalmazó **irodalomjegyzék**ből áll.

A kétoldalas előszóban valóban csak a téma felvezetéséhez szükséges legfontosabb tudnivalók kaptak helyett. A jelölt ebben külön kiemeli, hogy a változócsillagok jellemzőire és osztályozására direkt nem tér ki, mivel az már sok értekezésben helyett kapott. Véleményem szerint azonban a jelölt témában szerzett harminc éves egyetemi oktatói tapasztalatának lenyomataként mindenképpen érdemes lett volna egy ilyen részt a dolgozatba illeszteni.

Az **1. fejezet** a periódusváltozások vizsgálatának hagyományos eszközét, az O–C diagram módszert, a **2. fejezet** pedig a szintén erre a célra szolgáló wavelet-analízist mutatja be. A **3. fejezet** a pulzáló és a kettőscsillagok esetében vázolja a periódus megváltozásának lehetséges okait, míg a **4. fejezet** a fényidő-effektusról szól részletesebben, kitekintve az exobolygók és az egyelőre még hipotetikus exoholdak világába is. Az **5. fejezet** mira és félszabályos változók vizsgálatának eredményeit összegzi, a **6. fejezet** pedig a Kelper úrtávcső vörös óriás csillagokról gyűjtött adatainak elemzését tárgyalja.

A fejezetekről elmondható, hogy a jelölt mindegyikben az eredmények ismertetésére koncentrált, sok-sok ábrával illusztrálva azt. Bár ez utóbbiak az értekezés szerves részét képezik, annak bizonyos helyein számuk a szöveg javára talán csökkenthető lett volna.

## Az értekezés alapjául szolgáló tudományos közlemények

A jelölt által a tézisfüzetben felsorolt – nem a teljes munkásságot reprezentáló – **67** tudományos közleményből **35 referált folyóiratban**, **32 konferencia-kiadványban** jelent meg. A publikációk közül 21-nek első szerzője, de a többi esetben is előkelő – általában második vagy harmadik – helyen szerepel a szerzőlistában, jelezve ezzel a hozzájárulásának fontosságát. Társszerzői a legtöbb esetben volt egyetemi tanítványai, későbbi kollégái. A publikációkra az értekezés benyújtásáig összesen **549 független hivatkozás** született, ezek közül **337** a kandidátusi fokozat megszerzése utáni munkáira érkezett.

## Az értekezés tézisei

Jelölt az általa elért eredményeket a fő témaköröket reprezentáló **4 tézispontban** összegzi, de ezek mindegyike tovább tagolódik, azaz az elsőre talán kicsinek tűnő szám csak a keretet jelöli ki. Itt – az eredményekre csak utalva – a fő tézispontok lényegét foglaljuk össze, az egyes konkrét megállapítások a tézisfüzetben olvashatók.

## 1. Az O–C görbék elemzése

Jelölt a klasszikus O–C diagramon alapuló módszerrel fedési kettősök és pulzáló változók periódusváltozását elemezte, előbbieken esetén harmadik komponens, utóbbiak esetében az esetleges kettősség nyomai után kutatva.

## 2. A wavelet-analízis alkalmazása

Jelölt Magyarországon elsőként, de a világviszonylatban is az elsők között használta a wavelet-analízist hosszúperiódusú pulzáló változócsillagok fénygörbéjének elemzése során. Konkrét asztrofizikai alkalmazások mellett vizsgálta a módszer alkalmazhatóságának feltételeit és korlátait, rámutatva a lehetséges buktatókra.

## 3. Mira és félszabályos változócsillagok analízise

Jelölt nagy elemszámú minta alapján elemezte mira és félszabályos változók fényességváltozását, sok esetben többszörös periodicitást és amplitúdómodulációt, illetve a viselkedés hosszú távon történő radikális megváltozását kimutatva.

## 4. A Kepler űrtávcső méréseinek elemzése

Jelölt a Kepler űrteleszkóp ultrapontos fotometriai adatsorai alapján 317 darab vörös óriás csillag fénygörbéjét elemezte, ami alapján az objektumokat három jól elkülöníthető csoportba sorolta, a mintából két csillagot pedig célzott vizsgálatnak is alávetett. A munka fontos részét képezte annak tesztelése, hogy a fénygörbékben a távcső működési mechanizmusából eredő időszakos ugrások milyen módszerekkel korrigálhatók, a lehetséges eljárások közül adott esetekben melyek szolgáltatnak legjobb eredményt.

**A tézisekben felsorolt megállapítások mindegyikét új, a jelölt munkájának pozitív megítéléséhez és a cím elnyeréséhez kellő súllyal bíró tudományos eredménynek fogadom el.**

## Az értekezés külalakja, nyelvezete

Az értekezés kivitelezése tetszetős, látszik rajta a szerző gondos szerkesztőmunkája. Ábrái szépek és informatívak. Külön ki kell emelni, hogy egy kivételtől (6.3. ábra) eltekintve a feliratozásuk – illeszkedve az értekezés nyelvéhez – magyar. A munka vélhetően egy Word-szerű szövegszerkesztővel készült, ezért a benne szereplő matematikai formulák kivitele meg sem közelíti a LaTeX szedőrendszerrel elérhető kinézetet, talán ez az egyetlen negatívum, ami ebből a szempontból felróható az értekezésnek. Elgépelés, hiba szinte nem is található benne. Nyelvezete, megfogalmazásai célratorőek, világosak.

## Az értekezéssel kapcsolatos kérdések

1. A 2. tézispont a wavelet-analízisről és annak alkalmazásával nyert eredményekről szól, kiemelve, hogy a használatánál mire kell ügyelni (például az adatsorokban lévő ürok wavelet-térképre gyakorolt hatása). Mivel minden mérés hibával terhelt – ami például kis amplitúdójú fényességváltozások esetén akár az amplitúdóval is összemérhető –, nyilván erre is figyelemmel kell lenni.

**Kérdés:** *Mi a különbség egy jó jel/zaj viszonyú és egy zajos adatsor wavelet-térképe között, azaz milyen hatást gyakorol a zaj a wavelet-térképre, illetve az abból levonható következtetésekre.*

2. A 3. tézispontban tárgyalt, hosszúperiódusú mira és szemireguláris csillagok fényváltozásának vizsgálatából származó eredmények az AAVSO adatbázisából letöltött és 10 napos átlagolással előállított fénygörbéken alapulnak.

**Kérdés:** *Az adatsorokban meglévő nagyobb űröket is figyelembe véve lehet-e valamilyen hatása a Fourier- és a wavelet-analízis eredményeire annak, hogy a 10 napos átlagolás milyen JD pontokra történik?*

3. A Kepler-adatok feldolgozásának egyik fontos lépése a különböző negyedekből származó nyers fénygörbék összetolása. Az ezzel kapcsolatban végzett tesztek konklúziója a 4. tézispont egyik megállapítása szerint az, hogy erre nem létezik egyedüli üdvözítő módszer, a folyamatnak pedig a vizuális ellenőrzés is rendkívül fontos része, mivel a fénygörbékben maradó hamis trendek, ugrások később téves következtetések levonásához vezethetnek.

**Kérdés:** *Ha egyértelműen árulkodó nyomok nincsenek is, a tesztek során szerzett tapasztalatok alapján a végső fénygörbe vizuális inspekciónak túl mik lehetnek a – frekvenciaspektrumban is megjelenő – jelei annak, hogy az összetolás nem jól sikerült.*

4. A szintén a 4. tézispontban vázolt eredmény szerint a Kepler Input Catalog-ból kiválasztott 317 darab programcsillag fényességváltozásának amplitúdóját a felszíni hőmérséklet függvényében ábrázolva három jól elkülöníthető csoportot kapunk, ezekben az amplitúdó a növekvő hőmérséklettel csökken. A főperiódus függvényében ábrázolva az amplitúdót ez a csoportosulás nem látszik, a frekvenciaspektrumok hasonlósága alapján azonban szintén megfigyelhető.

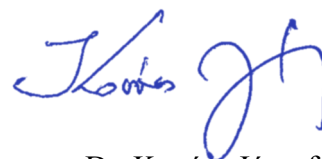
**Kérdés:** *Elképzelhető-e, hogy ez a csoportosulás csak kiválasztási effektus eredménye, azaz egy nagyobb elemszámú minta esetén – ha egyáltalán lehetne még a katalógusból (KIC) újabb csillagokat a mintába válogatni – az itt jelentkező űrök nem jelennének meg és egy „szépen” kitöltött diagramot kapnánk?*

## **Az értekezés minősítése**

A jelölt az *MTA Doktora* cím elnyeréséhez benyújtott, rangos nemzetközi folyóiratokban publikált hiteles adatokra és eredményekre támaszkodó értekezésében kettőscsillagok és pulzáló változók periodikus fényességváltozásával kapcsolatos szerteágazó tudományos tevékenységének keresztmetszetét mutatta be. Munkája szervesen illeszkedik a magyar csillagászat ezen, lassan immár egy évszázada sikeres ágazatába, jelentős mértékben hozzájárulva a fotometriai adatfeldolgozás hagyományos eszköztárának kibővítéséhez a periódusváltozások vizsgálatára kiválóan alkalmazható wavelet-analízis hazai meghonosításával és aktív művelésével.

**A jelölt által benyújtott értekezés tartalmi és formai szempontból is megfelel az *MTA Doktora* cím elnyeréséhez szükséges feltételeknek, ezért javaslom az értekezés nyilvános védésre bocsátását.**

Szombathely, 2013. augusztus 9.



Dr. Kovács József  
az fizikai tudomány kandidátusa