

# HÍRLEVÉL

## Fizikus Tanszékcsoporth - Szeged

### „Exoholdak” sugarának, tömegének és sűrűségének meghatározása fedési rendszerekben

A földi élet kialakulásában fontos szerepet töltött be Holdunk árapály hatása. Azt is a Holdnak köszönhetjük, hogy a Föld forgástengelyének iránya hosszú időskálán nem változott drasztikusan. Felmerül a kérdés, vajon más naprendszerek bolygói (exobolygók) körül is keringenek-e ilyen stabilizáló holdak.

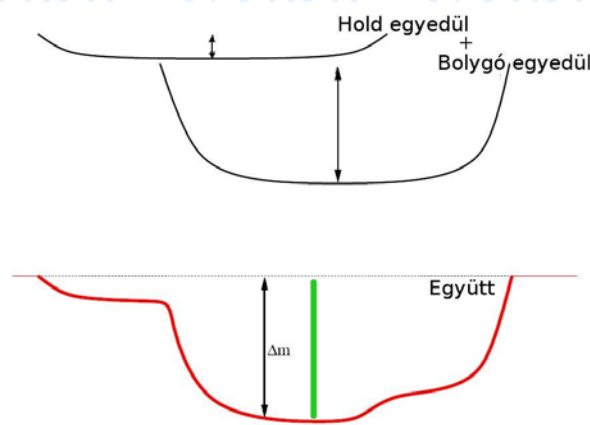
A technika jelen állása szerint ilyen holdak felfedezésére akkor van lehetőség, ha a csillag körül keringő bolygó-hold páros keringési síkja egybeesik a látóirányunkkal. Ezen rendszerekben a bolygó és a hold elhaladva a csillaga előtt kitakar egy piciny részt a csillagból, így annak fényessége lecsökken. Ha időben vizsgáljuk ezt a fényességcsökkenést, akkor az 1. ábrán látható, az adott bolygó-hold konfigurációra jellemző fénygörbe jön létre. A fénygörbék vizsgálatával kidolgoztam egy módszert, amellyel meghatározhatóak a holdak paraméterei (sugár, tömeg, sűrűség). A fedés időtartamának létezik középideje, melyet

a fénygörbe súlyvonala segítségével számolhatunk ki (1. ábra, zöld vonal). Az eredmények szerint ez az időpont pontosan egybeesik azzal az időponttal, amikor a bolygó-hold egyenesen rögzített ún. fotometriai középpont (a bolygó-hold szakaszt a területek arányában osztó pont) áthalad a csillagkorong középpontján. A fedések során a rendszer konfigurációja változik; a fotometriai középpont kering a közös tömegközéppont körül, s ez a fedés középidejének, azaz a fénygörbe súlyvonalának eltolódásához vezet (2. ábra, Simon és mtsai., 2007). Ennek nagysága függ a rendszer tömeg-, sugár- és sűrűségarányától. A három paraméter közül kettő független, így megbízható sűrűségarány-feltevés esetén és ismerve időpont-eltolódás mértékét, a tömeg és a sugár megbecsülhető.

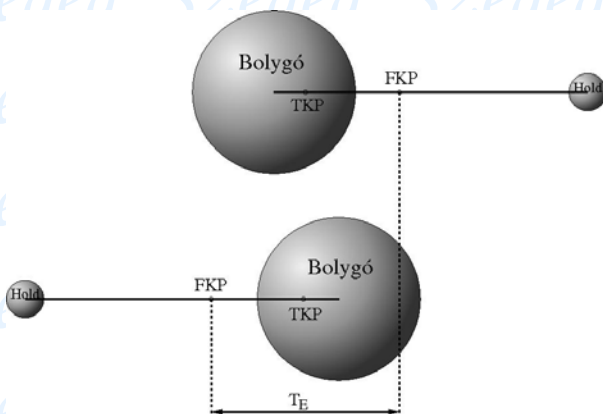
A modellt letesztelve a Föld-Hold rendszerre a Holdunk paramétereire kapott értékek kevesebb mint 20%-ban térnek el a valóságtól.

A mérések szempontjából fontos az az eredmény is, hogy adott sűrűségarány mellett az időpont-eltolódásnak létezik maximuma. A megfigyelések szemszögéből az ennél nagyobb értékek nem tartozhatnak egy fizikailag valós bolygó-hold rendszerhez.

A modell segítségével a jövő űrtávcsöves megfigyelései képesek lesznek kimutatni akár egy Hold nagyságú kísérőt egy Föld méretű exobolygó körül (Szabó és mtsai., 2006).



1. ábra: A fénygörbe alakja a fedés során.



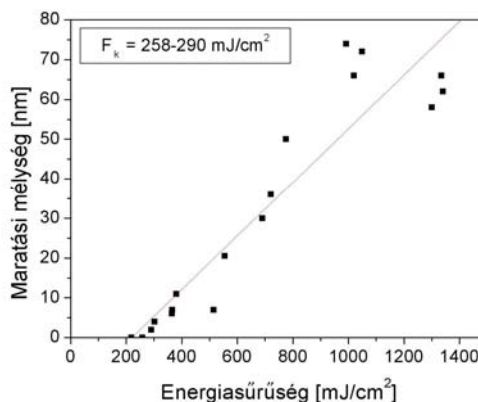
2. ábra: A fotometriai középpont (FKP) helyzete a tömegközéppont (TKP) képest.  $T_E$  a fedés középidejének eltolódása a kísérő két szélső helyzeténél.

Simon Attila

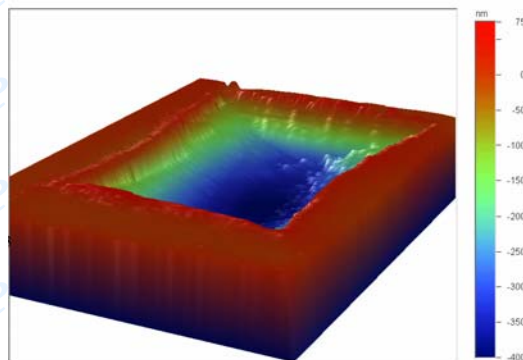
A lézeres anyagmegmunkáló eljárások fejlődése különböző anyagok makro- és mikromegmunkálását egyaránt lehetővé tette, mindazonáltal ezek csak olyan anyagok esetén alkalmazhatók, amelyek elég nagy abszorpciós együtthatóval rendelkeznek az alkalmazott lézer hullámhosszán. Ha ez a feltétel nem teljesül, nagyon nagy teljesítményű lézerrendszer szükségeltetik a kívánt hatás eléréséhez, ezen anyagok mikromegmunkálása tehát rendkívül komplikált, drága és energiaigényes. Ezekkel ellentétben a lézeres hátsó oldali nedves maratás (LIBWE) egy egyszerű,

indirekt eljárás átlátszó anyagok megmunkálására. Ennek során az átlátszó minta egy folyékony halmazállapotú abszorbenssel kerül kontaktusba, amely magas abszorpciós együtthatóval rendelkezik az alkalmazott lézer hullámhosszán. Ennek a folyadéknak az elnyelését és felmelegedését használják fel a céltárgy maratására. A LIBWE gyakorlati alkalmazását nehezíti, hogy az abszorbensként felhasznált anyagok igen mérgezőek és az eljárás során jól szigetelő küvetta van szükség. E problémák feloldására lett kifejlesztve a tanszéken a lézer által indukált hátoldali száraz maratás (LIBDE). A LIBDE során az abszorbeáló folyadékot fém rétegekkel helyettesítettem, a céltárgy pedig 1 mm vastag kvarclap volt, melyet különböző anyagi minőségű (ezüst, alumínium és réz) rétegekkel vontam be. A rétegek vastagsága 120 nm volt. Az abszorbeáló filmet a kvarclapon keresztül sugároztam be KrF excimer lézerrel, 248 nm-es hullámhosszon. Az alkalmazott energiasűrűséget a 150-1500 mJ/cm<sup>2</sup>-es tartományban változtattam. A megfelelő energiasűrűség értékeken azt tapasztaltam, hogy a fém eltávozott a besugárzott felületről, és ezzel egyidejűleg a kvarclap maratódott a besugárzás helyén. A kísérletek során vizsgáltam a maratási sebesség energiasűrűségtől való függését. Ez az összefüggés lineárisnak adódott, megfigyelhető volt azonban egy küszöb energiasűrűség, amely alatti értékek esetében nem volt mérhető maratási mélység. A küszöb energiasűrűség különböző fémek esetében más-más értéknek adódott. Az egy impulzussal elért legnagyobb maratási mélység 0 és 100 nm/impulzus között változott az abszorbens anyag minőségének és az alkalmazott energiasűrűségnek a függvényében.

Az alkalmazott abszorbensek közül az ezüst bizonyult a leghatékonyabbnak az alacsony küszöb energiasűrűségnek és az ugyanazon energiasűrűség érték mellett elért legnagyobb maratási mélységnek köszönhetően. Ezen anyag maratási mélység-energiasűrűség grafikonját mutatja az 1. ábra. Későbbi kísérletek során 500 nm körüli maratási mélységet is sikerült elérnem az excimer lézer nyalábjának homogenizálásával és az abszorbens ezüstréteg vastagságának optimalizálásával. Az így maratott gödör Dektak 8 profilométerrel készített 3 dimenziós képe a 2. ábrán látható. A kísérletek bizonyították, hogy a LIBDE eljárás alkalmas átlátszó anyagok nano- és mikromegmunkálására, ráadásul jóval hatékonyabb és egyszerűbb a LIBWE-nél, mivel a módszer legfontosabb eleme a vékony fémréteg, amely az egészségre ártalmatlan és vákuumpárolgatással egyszerűen elkészíthető.



1. ábra: A maratási mélység függése az alkalmazott energiasűrűségtől ezüst abszorbens réteg használata esetén



2. ábra: Lézeres hátsó oldali száraz maratással készített gödör 3-dimenziós képe. Az abszorbens ezüstréteg vastagsága 15 nm, az alkalmazott energiasűrűség 940 mJ/cm<sup>2</sup> volt. A gödör horizontális kiterjedése 0,95 mm X 1,5 mm, legnagyobb mélysége 430 nm

## Impulzusüzemű és frekvenciakétszerezett Nd:YAG lézer vezérlőprogramjának fejlesztése

Dolgozatunkban a Szegedi Tudományegyetem TeWaTi laboratóriumában végzett fejlesztéseinkről írtunk, melynek során a lézerrendszer tágabb értelemben vett vezérlőprogramjának hardveres és szoftveres kiépítése történt meg. A pumpáló Nd:YAG lézer nagy (több száz mJ) energiájú fényimpulzusokat bocsát ki, melyek égési sérülést vagy látáskárosodást okozhatnak, ezért meg kellett teremtenünk a biztonságosabb használat feltételeit. A lézerrendszert tudományos kutatásokra használják, ezért fontos a fénynyalábok energiájának és irányának jó reprodukálhatósága. Olyan pontosságra van szükség, melyet a korábbi manuális beállítással nagyon nehezen lehetett biztosítani.

### Főbb fejlesztéseink:

A vezérlőprogramot felkészítettük az elmentett beállításoknak a lézerbe való visszatöltésére, valamint az automatizált indításra és leállításra: a program méri a melegedési és hűlési időtartamokat, illetve utasítja a felhasználót a csak manuálisan elvégezhető feladatokra, pl. hogy fordítson el egy kulcsot a lézer tápegységén.



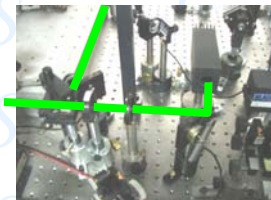
A rendszerben felhasznált jelenségek rendkívül érzékenyek a fénynyalábok irányára, viszont a pumpáló Neodímium-YAG lézer iránystabilitása a gyári specifikáció szerint csak  $0,03^\circ$ , amely önmagában nem elégséges. Ezért a lézernyalábnak egy dielektrikum tükrön átszivárgó részét kamerára képezik, és az így megjelenő fénypontot a képernyő adott referencia-helyén tartják egy tükrortató állításával. Ezt a korábban a kezelőszemély által szakaszosan végzett munkát automatizáltuk és folyamatosabbá tettük: a kapott képet a számítógép értékeli ki és egy léptetőmotoros tükrortatóval korrigálja a referenciától való eltérést. Az iránystabilitás ezáltal majdnem 3 nagyságrendet javult és a nyalábbal való érintkezés veszélye is megszűnt.

A fényimpulzusok energiájának beállításához félhullám-lemezek és polarizációs nyalábosztó-kockák kombinációját használják. A  $1/2$ -lemezek korábbi, kézi beállításának kb.  $1^\circ$ -os reprodukálhatóságát jelentősen megjavítottuk azzal, hogy precíz, számítógép-vezérelt forgatómotorokra építettük át őket. Ezáltal  $0,2^\circ$ -os reprodukálhatóságot értünk el, az energiabeállítás pontossága pedig 1 mJ-ra javult. A számítógép segítségével végzett beállítás a balesetveszélyt is csökkenti.



A fénypont gyors, biztonságos és kényelmes lezárására és megnyitására fénymegszakítókat, azaz csapómotorokkal mozgatott tükröket helyeztünk üzembe a nyalábcspadák korábbi kézi behelyezése és kivétele helyett. Számítógéppel időzítve a motorokat pontosan adott számú fényimpulzus bocsátható a kísérleti mintára, mely anyagtudományi kísérleteknél hasznos.

Botkormány segítségével távvezérlési lehetőséget adtunk a forgatómotorokhoz és a fénymegszakítókhöz, így a kutató akár a kísérleti elrendezésének megfigyelése közben is vezérelheti a programot.



Megoldottuk a lézerrendszer beállításainak naplózását, így egy esetleges áramszünet után is visszakövethetőek a beállítások.

**Jójárt Péter, Kopasz Katalin**

(XXVIII. OTDK, Informatika Tudományi Szekció, II. hely)

### [Naptár:](#)

**Január 4:** Középszolai Tanári Fórum, bővebb információk: <http://www.sci.u-szeged.hu/>

**Február 2:** Fizika Napja, bővebb információk: <http://titan.physx.u-szeged.hu/~ophome/optics/indexh.html>