

Csillagászati hírek

Csillagontó galaxisok és aktív galaxismagok

Az Angol-Ausztrál Observatórium műszereire alapuló nemzetközi együttműködésben 2001-től 2005-ig megvalósult 6dFGS (6dF Galaxy Survey) kutatóprogram azt a célt tűzte ki, hogy megmérje a teljes déli égbolt galaxisainak vöröseltolódását, minden koráhinál nagyobb mint a észlelésével. A méréseket a Siding Spring-i 1,2 méteres Schmidt-teleszkópra szerelt 6dF spektrográffal végezték, amely egy expozíció alatt 6 fokban látómezőben kb. 100 objektum színképét képes rögzíteni. A felmérés eredményeként 120 ezer galaxis adatait kapták meg. Ettől függetlenül rendelkezésre áll egy korábbi rádiócsillagászati felmérés, az 1998-ban publikált NRAO VLA Sky Survey (NVSS) adatbázisa, amely mintegy 1,8 millió diszkrét rádióforrás sugárzási adatait tartalmazza. Ausztrál kutatók arra vállalkoztak, hogy ebből az 1,8 millió rádióforráshól amennyit csak lehet, megtaláljanak a 6dFGS galaxisai között. A két adatbázis égi koordináták egyezésén alapuló munka eredménye 7824 beazonosított galaxis, amelyek mind jelentős mértékben sugároznak a rádióterományban is. A kutatók ebben a szűkített rádiógalaxisokat tartalmazó mintában érdekes összefüggéseket látnak fel az 1,4 GHz-es frekvencián mutatott sugárzási tulajdonságokból.

Milyen jellegű objektumok lehetnek ezek a rádiósugárzó galaxisok? Két fő fajtájuk különböztethető meg: a viharos, a mi Tejútrendszerünkre jellemzőnél ézerszer intenzívebb csillagkeletkezésű ún. csillagontó (starburst) galaxisok és a központjukban nagyon nagy tömegű fekete lyukakat tartalmazó aktív galaxismagok (Active Galactic Nuclei, közismert rövidítéssel AGN). A csillagontó galaxisokban a rádiósugárzás a „rövid életű” (10 millió éves) és szupernóva-robbanásban

fiatalon megsemmisülő csillagok maradványaiban felgyorsuló elektronok szinkrotron-sugárzásából, illetve az ionizált csillagközi hidrogénfelhők (HII régiók) emissziójából származik.



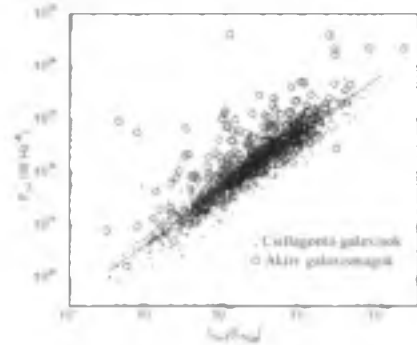
A 3D, 4,3 rádiógalaxis megfigyeléséről készült képek csöberetése a csillagközi anyaggal határolva meg.

Az aktív galaxismagok a tárlási geometria szerint többféleképpen lehetnek. Szerkezetük ugyanolyan, közepén egy 10^6 – 10^9 nap tömegű fekete lyuk található, körülötte akkréciós koronggal, amin keresztül évente kb. 10^4 nap tömegnyi anyag hullik le. A fekete lyukba zuhanó anyag gravitációs helyzeti energiája hővé alakul, ami fedezi a központi tartomány óriási luminositását. Az akkréciós korongra merőlegesen közel fénysebességű gázsugár (jet) lövell ki, ez az észlelt rádiósugárzás fő forrása. Attól függően, hogy a rendszerre milyen irányból látunk át, más-más jellegű objektumot figyelhetünk meg.

Egy aktív galaxismag a benne működő összetett folyamatok miatt különböző irányokból másképpen látszik. pl. ha a korong

irányából tekintjük a galaxist, akkor attól függően, hogy a jet oldalán vagyunk vagy sem, rádióhangos, illetve rádiócsendes galaxist látunk. Ha a jettel ellentétes oldalról nézünk merőlegesen a korongra, akkor rádiócsendes kvazárt vagy Seyfert-galaxist, ha pedig a jet irányából nézünk, akkor hízvárt, míg kissé oldalról nézve rádióhangos kvazárt észlelünk.

Tom Mauch és Elaine Sadler (University of Sydney) meglepően egyszerű összefüggést találtak a vizsgált 7824 galaxis közül a csillagotló galaxisokra a rádió- és infravörös tartományban leadott teljesítmény között, míg az AGN-ek „kijógnak” ehől az összefüggésből. Az alábbi ábrán a rádióirtományban kisugárzott teljesítmény (függőleges tengely) és az infravörös luminozitás (vízszintes tengely) között egyszerű hatványfüggvény kapcsolata áll fenn a csillagotló galaxisokra, amely a kétszeres logaritmusos ábrázolás miatt egyenes. Az aktív galaxisok ezzel szemben sokkal nagyobb arányban sugároznak rádióban, mint infravörösben.



Mint az a fenti ábrán jól látszik, a teljes kisugárzott energia rádió és infravörös komponense között a két rádiógalaxis-típust tekintve jelentős különbség tapasztalható. Noha pontos magyarázat jelenleg nem létezik a szoros korrelációra, illetve az AGN-ek esetén látott eltérése, a felismerés fontos a jelenleg is zajló éghellifelmérő programk és a jövő rádiócsillagászati felmérései szempontjából. Minél nagyobb vöröseltolódású galaxisokat vizsgálunk, a nagy távol-

ságok miatt egyre nehezebb eldönteni a földi műszerekkel közel pontoszerűnek látszó csillagvárosokról, hogy milyen folyamatok gerjesztik sugárzásukat. A csillagkeletkezés kozmikus változását, illetve a galaxismagnokban található masszív fekete lyukak viselkedésének időbeli változásait csak akkor értelmezzük meg részleteiben, ha nagy távolságok mellett is különbséget tudunk tenni a látványlag hasonló égitestek között – az ausztrál kutatók felismerése ezt segíti elő.

MNRAS 2007, 03. – Sliz Judit

Májusban állítják pályára a GLAST-ot

A Gamma-ray Large Area Space Telescope (GLAST) egy a közeljövőben indítandó gamma tartományban működő űrteleszkóp, amelynek célja a Világegyetem feltérképezése a legnagyobb energiákon. Olyan asztrofizikai és kozmológiai jelenségeket fog tanulmányozni, mint az aktív galaxisok, pulzárok, gammakibőrések és egyéb nagyenergiájú fényforrások. A GLAST program a NASA, az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma, továbbá Franciaország, Japán, Németország, Olaszország és Svédország együttműködésében valósul meg.

A GLAST fedélzetén két tudományos berendezés található majd. A LAT (Large Area Telescope) nagyon nagy energiákon (30 MeV–300 GeV) a GBM (GLAST Burst Monitor) kevésbé nagy energiákon (8 keV–30 MeV) képes észlelni a fotonokat. A GLAST program legfontosabb tudományos célkitűzései: annak megértése, milyen módon gyorsulnak fel a kozmikus sugárzás részecskéi az aktív galaxismagnokban (AGN), pulzárokban és szupernóva maradványokban (SNR); feltárni az éghell eddig nem azonosított gammaforrásait; megismerni a gammakibőrések nagyon nagy energiás viselkedését. Az új gammateleszkóp kutatásokat végez miniatűr, párolgó fekete lyukak (MBH) után, amelyek a feltételezések szerint a gamma-tartományban sugároznak (Hawking-sugárzás) és természetesen a sötét anyagot és a korai Univerzum állapotait is tanulmányozza.

A NASA tervezői szerint a műhold küldetése öt évig fog tartani, de a remények szerint az üzemi idő akár tíz évre is kitolódhat. A műholdat az arizonai General Dynamics Advanced Information Systems készítette. A GLAST felhősrátását a NASA 2008. május 16-án tervezte, egy Delta 7920H-10C hordozórakéta fedélzetén, a Kennedy Űrközpontból. A műhold alacsony Föld körüli pályán fog keringeni, mintegy 550 kilométeres magasságban, 28,5 fokos inklinációval. A keringési idő nagyjából 95 perc lesz.

glast@gsfc.nasa.gov – Horváth István

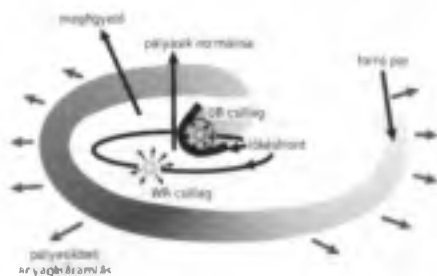
Közeli szupernóva-rohbanás?

A feltételezett rohbanás előtti álló objektum a Földtől 8000 fényévre, a Sagittarius csillagképben található WR 104 katalógusjelű kettős rendszer egyik tagja, egy ún. Wolf-Rayet csillag. A fejlődési elméletek szerint egy nagytömegű csillag életében a rendkívül instabil WR fázis a szupernóva-rohbanást közvetlenül megelőző utolsó állapot, a kontakizma a becslések szerint a következő néhány száz ezer év során hármikor bekövetkezhet.

A kettős rendszer másik tagja szintén nagytömegű forró csillag. Mindkettőről jelentős mennyiségű anyag áramlik ki csillagszél formájában, ezek a források közelsége miatt kölcsönhatnak egymással (a csillagszelek ütköznek), ráadásul a kettős komponenseinek pályamozgása miatt a kiáramlások sem sugárirányúak hanem spirál alakúak. A kialakuló szerkezetet jól kirajzolja a két csillagszél komponens ütközési frontján felforrósodó gáz és por sugárzása. Maga a kettős tulajdonképpen nem is látható tulajdonságaira, például a 242 nap körüli keringési periódusra az anyagkiáramlás dinamikája alapján lehet következtetni. A közös csillagszél hurkot Peter Tuohill (University of Sydney) fedezte fel 1999-ben.

Tuohill és munkatársai a felfedezés óta még 11 felvételt készítettek a Szélkerék ködnek (Pinwheel Nebula) is titulált objektumról a hawaii Keck-teleszkópok műszereivel 2,2 mikrométer hullámhosszon. Ezen felvéte-

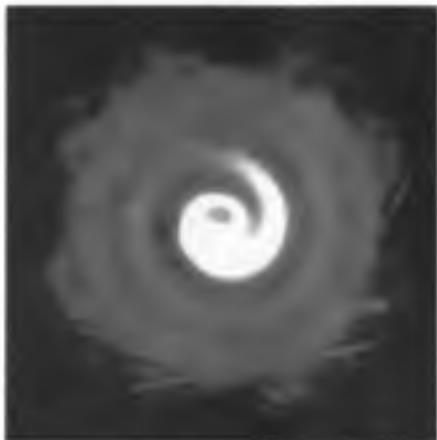
lek kombinálásával kapták az alábbi képet a ködről, melyen jól kirajzolódik spirális szerkezete. A montázs elkészítése előtt az egyedi képeket a pályamozgás aktuális fázisának megfelelően elforgatták. A minélzatról az is leolvasható, hogy a kettős tagjainak relatív pályái közel kör alakúak, ami árapályerők hatásának tulajdonítható, ez pedig azt jelentheti, hogy a múltban az O típusú másodkomponens a WR csillag külső rétegeiben lévő anyag nagy részét magához ragadta.



A WR 104 kettős rendszer spiral közege (Tuohill és munkatársai, Nature 1999)

Az így nyert korongképet – azon felül, hogy szép és jól mutatja a szerkezetet – éppen a pólusa felől látjuk. Egy ilyen távolságban hekövetkező „normál” szupernóva-rohbanás (viszonylag lassú forgási szülőcsillag gömbszimmetrikus lökéshullám) minden bizonnyal briliáns látvánnyal ajándékozná meg a földi megfigyelőket, de ezen felül különösebb hatása valószínűleg nem lenne. A WR 104 esete a kettősség és a kiáramlási korong miatt azonban kicsit más. A mai sok elemükben még vitalumit elképzelvek szerint ilyen esetekben a rohbanás aszimmetrikus lesz. fő irányát pedig valószínűleg a kettős rendszer egyik jellemzője, a korongra (azaz a pályasíkra) merőleges irány szabja meg: a rohbanás energiájának jelentős része, többek között nagyenergiájú gamma-sugárzás formájában a pályasíkra közel merőlegesen, körülbelül 12 fokos nyílásszögű kúpban hagyja el a forrást. Ilyen gammakiütéseket őrészeközökről ma már szinte minden nap detektálnak, de azok jóval távolabb,

más galaxisokban vannak látniuk. A WR 104 azonban viszonylag közeli, ráadásul az előzők szerint a Föld heide lenne a robbanás kúpiján! Ilyen közeli forráshól induló koncentrált nagyenergiájú nyaláb hatása pedig akár már veszélyes is lehet a földi bioszférára. Újabb keletű elképzelések szerint lehetséges, hogy a földtörténel nagy kihalási eseményeinek némelyike is ilyen okokkal magyarázható.



A WF 104 kétféle rendszer körüli anyaghárom, és komolyan ütköző dőconokból készült majd egymásra másodlagos felülettel is állított kép melyen nagy, és megfigyeltető a kéfé é mozgó leíró anyag sárga és a málázata (T. Hill és munkatársai, Nature 1999).

A WR 104 robbanásának ilyen hatása természetesen még a szerzők szerint is főleg spekuláció, sok ugyanis a bizonytalan elem. Először is annak eldöntésére, hogy mennyire pontosan vagyunk a rendszer tengelyében. Invaszív spektroszkópiai vizsgálatok szükségessé, a mostani adatok pontosságán (kb. 16 fok) nem elegendő. A leghiszenytalanabb pont azonban a majdani heknvetkező robbanás természete: valóban úgy fog-e véghemenni, ahogyan most elképzeljük, és az energia nagy része az adott irányba fog-e koncentrálni? Az aszimmetrikus szuper-nóva-robbanásnak és a GRB-k kapcsolatának vizsgálata ma egy aktívan művelt kutatási terület, napról napra új ötletekkel, elképzelésekkel. Valószínű tehát, hogy a WR 104-

el kapcsolatos újabb eredményekről még azelőtt fogunk hallani, hogy a robbanás heknvetkező.

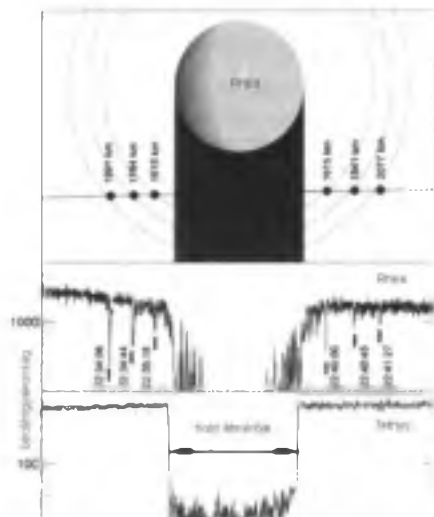
arXiv:0712.2111v1 — Kovács József

Gyűrűs hollyg gyűrűs holdja

A NASA Cassini-szondája a Szaturnusz körüli hollygult pályáján 2005 novemberében megközelítette a Rhea holdat. Ez a kb. 1500 km átmérőjű égitest a második legnagyobb kísérő a Szaturnusz körül. A szonda fedélzetén működő hat egységből álló műszeregyüttes közül három gyűjtött mintákat a porból, amelynek térfeltöltésű sűrűségváltozása valamint a szabad elektronok számában tapasztalható fokozatos csökkenés arra enged következtetni, hogy a Rhea körül egy porkorong helyezkedik el. A szonda mágnetométere ugyanakkor ebben a tartományban olyan éles peremű zónákat is talált, amelyekben a Szaturnusz felől folyamatosan áramló elektronok sűrűsége hirtelen lecsökkent. Mindez pedig arra utal, hogy a korongban gyűrűszerűen elrendezett struktúra létezik, amelynek sűrűbb tartományai leárnyékolják az elektronáramot. Hasonló módszerrel, egy távoli csillag elhalványodásának és visszafényesedésének jellegzetes görbéje alapján fedezték fel 1977-ben az Uránusz hollyg gyűrűit. A megfigyelések egyúttal kizárták annak a lehetőségét, hogy a Rhea körül léggör létezne.

Egy holdat övező gyűrűrendszer valódi meglepetésként érte a kutatókat. Az eredmények szerint a hold körüli kiterjedt porkorong akár 6000 km-re, vagyis a hold átmérőjének négyszeresére is nyúlózhat az égitest középpontjától. A porkorongban felismerhető gyűrűszerkezetet a modellek szerint az apró kavicsoktól a hatalmas sziklatömbökig terjedő törmelékanyag alkotja. A felfedezés óta számos numerikus szimulációt futtatnak le annak megállapítására, hogy a Rhea képes lehet-e visszamosahh ideig megtartani gyűrűrendszerét. A modellek szerint a hold saját tömegvonzása, figyelembe véve a Szaturnusz körüli pályájának jellemzőit, valóban lehetővé teszi a gyűrűk megtartá-

sát. Ugyanakkor számos egyéb lehetőség is megvizsgáltak az eredmények magyarázatára, de mind ez ideig a gyűrűk létezése szolgálta a legjobban magyarázatot.



Az F-ekhöz közelebbi sávok esetében a Rhea (középen), és a Circe mérésnél a Telhus mellett (piros) legfeljebb a hold és a gyűrűk méretaránya látható (M.M., Grain, Jones).

További kérdés a gyűrűrendszer kialakulása. Az egyik lehetőség, hogy a gyűrűk a hold régműltjában, egy kishulygóval vagy üstökössel való ütközés révén alakultak ki. Ilyen roppant ütközések nem lehettek túlégosan ritkák a Szaturnusz történetében, hiszen a Mimas holdon levő Herschel kráter is egy olyan hatalmas ütközés nyomát őrzi, amely majdnem kettészakította a holdat.

(NASA PR 2008 03 06. – Mpt)

Csuszamlások a Marson

A NASA Mars Reconnaissance Orbiter űrszondája február 19-én sziklaomlásokat rögzített meg a Mars északi sarkvidékén. Az utóbbi nyilvánosságra hozott 2400 kép közül az egyikben legalább négy marsi kőlavina látható, amint éppen zuhan lefelé a por és jéglöveg. Ingrid Dauhar Spitale, az Arizonai Egyetem (Tucson) munkatársa vette észre a különleges eseményt.

Az MRO-szonda nagyfelhőtűsű kamerája több kiválasztott helyet figyel a Marson folyamatosan annak érdekében, hogy az évszakos változásokat tanulmányozzák. Február 19-én nem az omlás helyszínének merdek sziklafala volt a fő célpont, hanem a dűnemezőkkel fedő szárazjég változásait tanulmányozták a marsi tavasz idején. A csuszamlás felfedezése véletlen volt.



Az omlás felvétele a közeli. A felkavart por feltehetően legfeljebb 100 m átmérőű és mintegy 100 m magas (NASA / A).

A csuszamlás kiváltó oka egyelőre nem ismert. A területet továbbra is tanulmányozni fogják, hogy kiderítsék, vajon az ilyen jellegű omlások hármikor bekövetkezhetnek az év folyamán, vagy köze van a korai marsi tavaszhoz. A lenyomott anyag összetételét tekintve nagy valószínűséggel több jéget tartalmaz, mint por. A következő hónapokban készített képek lehetőséget nyújthatnak arra, hogy a kutatók megheccsüljék a szikla alján keletkezett új lerakódás milyen mennyiségben tartalmaz jéget. Amennyiben jéglövedék

esetek le, azok egy része várhatóan elszublimál, így a törmelékek méretének időbeli változásai kulcsfontosságú információkkal szolgálhatnak

MRO PR 2008 03 03 – Derekas Aliz

Több a szénhidrogén a Titanon, mint a Földön

A Titan szaturnuszholdat célzó eddigi radarmérések főleg a jelenleg hidegebb északi sarkvidéken azonosítottak szénhidrogén tavakat, míg a déli sarkvidéken, ahol éppen nyár van, alig mutatkoznak ilyenek. A szaturnuszemberék a fenti tavakban lévő szénhidrogének mennyiségét próbálták meghegyesíteni. Bár a Cassini szonda radarberendezése csak a folyadéktükröt lehatárolja a tavak felszínét látja durva közelítéssel meg lehet becsülni a mélységüket. Ahol néhány méternél is sekélyebb a folyadékhorizont elméletileg a fő fenekét is kimutathatja a radar, de ilyet eddig nem sikerült egyértelműen azonosítani. A mérések alapján az eddig talált közel 100 lóban lévő összes folyékony szénhidrogén mennyisége százszorosa-ezerszerese lehet a teljes földi szénhidrogén-készletnek. Mivel a metán üvegházgázként szolgál a légkörben lévő mennyisége befolyásolja a felszíni hőmérsékletet. Ennek megfelelően elképzelhető, hogy amikor a Titan légkörében több metán volt, valamivel magasabb hőmérséklet uralkodott rajta.

A Titan felszínén nem csak sarkvidéki tavak tárolnak szerves anyagot. Alacsony szélességeken ugyanis sötét dűnék találhatók a holdon, amelyek szintén sok szénhidrogént tartalmaznak. A megfigyelések és a modellek alapján ezekben a dűnékben nem az illékony metán, hanem hosszabb láncú különféle szénhidrogén-molekulák gyűjtőnevükön tholinok lehetnek. Mennyiségük tekintve ezek a földi kőzetkészlethez hasonlíthatók, sőt meg is haladhatják annak térfogatát.

Space.com 2008 02 13 – Krú

Rejtélyes anomáliák úrszondák mozgásában

A Naprendszer távoli égitestjei felé induló úrszondák útjának megtervezése honyolttal feladat. Az egyik legnagyobb probléma a célpont eléréséhez szükséges energia biztosítása. Az úrszondák csak korlátozott mennyiségű hajtóanyagot vihetnek magukkal, ami csak kisebb pályamódosításokra elegendő. Az alkalmazott eljárás ezért általában az, hogy az úrszondát a célhoz vezető úton során szomszamos megközelíti a Naprendszer valamelyik bolygóját, s annak gravitációs teréből szerzi meg a továbbhaladáshoz szükséges energiát hintamanóver keretében. Ennek során a bolygó gravitációs tere hatására a szonda sebessége változik, s a megközelítés előttihez képest más pályára kerül. Ronyolttabb esetekben ezt a manóvert többször is meg kell ismételnit, mint ahogy ez az 1989-ben felbocsátott Galileo-úrszonda esetében is történt, ami először a Vénusz mellett repült el, majd utána még kétszer a Föld mellett, mielőtt ráállt volna a Jupiter felé vezető pályára.

A JPL mérnökei a Galileo 1990. december 8-ai Föld melletti elrepülése után tapasztalták először, hogy valami nincs rendben a szonda sebességével, ugyanis a Doppler-mérések azt mutatták, hogy az a megközelítés után valamivel nagyobb, mint amekkora az előzetes számítások alapján lehetne. Az eltérés kicsi, mindössze 1 milliommód résznyi, de világosan felismerhető volt az adatokban. Természetesen az első kézenfekvő magyarázat az, hogy hibás a mérési adatok interpretációja, de a „hátrabak” felvetették azt is, hogy az anomális sebességnövekedést valamilyen rejtélyes ismeretlen erőhatás okozta, esetleg éppen a sötét energiát látnuk működés közben. A kérdés megválaszolásában jelentős előrelépést hozhat a JPL öt munkatársának John Andersonnak és négy kollégájának 18 év adatait átfogó cikké, melyet a Physical Review Letters c. folyóirat 2008. március 7-i száma közöl.

Anderson és munkatársai – talán műszaki képzettségük okán is – először kételkedtek

abban, hogy az effektus valóban létezik. Inkább valamilyen a követésre szolgáló berendezéseken keletkező mesterséges hatásra gyanakodtak, mint valódi sebességnövekedésre, ezért a következő években szisztematikusan elemezték a lehetséges hibaforrásokat, de nem találtak semmit.

Az első megközelítés után pontosan két évvel a Galileo még egyszer eltepiült a Föld mellett, mindössze 300 km-rel hölgyünk felszíne felett. Andersonék most már célzottan figyelték, hogy ismét bekövetkezik-e a rejtélyes sebességnövekedés. A nagyon szoros megközelítés miatt azonban a földi légkör által okozott hatások eleve lehetetlenné tették a kis effektus detektálását. 1992 végén a Galileo végleg eltávozott a Föld környezetéből, de a következő években négy másik szonda is hölgyönkat használta a céljának eléréséhez szükséges sebesség megszerzéséhez. Először a NEAR űrszonda 1998 januárjában, majd a Cassini 1999 augusztusában, évekkel később pedig a Rosetta és a Messenger szondák 2005 márciusában, illetve augusztusában.

A Cassini adatait sajnos nem tudták használni, mert a legnagyobb megközelítéskor bekapcsolták a korrekciós hajtóműveit, a Messenger pedig nem mutatott semmiféle extra sebességet. A Rosetta esetében azonban ugyanazt tapasztalták, mint 15 évvel korábban a Galileónál, s ezt az űreszköz európai irányítói is megerősítették. A legnagyobb anomális sebességnövekedést a NEAR mutatta, amit az általa kisugárzott jelek Doppler-eltolódásán túl a Földről a szondára hocsátott jelek visszaverődésében mutatkozó eltérés is megerősített. A NEAR példája azt jelenti, hogy a Galileo esete nem egyedül, hanem a hatás valószínűleg minden a Föld gravitációs terét hintamanőverhez használó űreszköznél fellép. Anderson számításai azt is mutatták, hogy a jelenség nem magyarázható az általános relativitáselmélet keretein belül az ún. Lense-Thirring-hatással, mivel a mért sebességnövekedés jóval nagyobb volt, mint ami ebből az effektusból származhatna. (A Lense-Thirring-effektus ebben az esetben azt jelenti, hogy relati-

visztikus hatásokra egy forgó nagy tömeg, jelesül a Föld közelében a szintén pörgő szonda forgástengelyének iránya is változik, precessziós mozgást végez.)

Mivel a kutatóknak nem volt más ötletük, elhatározták, hogy a széleskörű nyilvánosság elé tárják a kérdést, hátha a „lábh szem többet lát” elv alapján mások elfogadható magyarázattal szolgálnak a jelenségre. Ezért másfél év munkájával az összes a Földnél hintamanővert végző űreszköz adatait részletesen elemezték. Az analízis eredményeként sikerült empirikus kapcsolatot teremteniük az eltérés nagysága és az űreszköz „belépő”, illetve „kimenő” pályáját jellemző egyik paraméter között. Ez a paraméter a két pálya földi egyenlítővel bezárt szögének különbsége. Minél nagyobb a differencia, annál nagyobb az extra sebességnövekedés. Ennek fényében a NEAR esetében azért volt nagy az effektus, mert a szonda nagyjából az egyenlítő síkjában érkezett a Földhöz, s közel poláris irányban hagyta el hölgyönkat. Ezzel ellentétben a Messenger esetében az egész megközelítés nagyjából ugyanazon földrajzi szélesség felett zajlott, így a tapasztalati formula alapján nem is várható detektálható hatás.

Természetesen egy empirikus – egyébként nem túl honyolult – matematikai formula egyáltalán nem jelenti azt, hogy közelebb kerülünk a fizikai ok(ok) feltárásához, de nagy segítség lehet nyújthat ebben a munkában. Anderson és munkatársai szerint a jelenség némileg hasonló a Pioneer szondák esetében megfigyelt, szintén rejtélyes anomáliához, ami abban nyilvánul meg, hogy a két szonda a Naprendszerből kifelé tartva a vártnál jobban lassul. Anderson szerint lényeges különbség, hogy a Pioneer szondák esetében a hatás a gyorsuláshoz jelentkezik, míg a hintamanővereknél az űreszköz sebességében. Összekapcsolhatja viszont a két effektust az, hogy a szondák kivétel nélkül hiperbolikus pályákon mozognak. A magyarázat tehát még várat magára, de úgy tűnik, hogy az effektus maga létezik.

Planetary Society News 2008.02.28

- Kovács József