



# Ú R K A L E I D O S Z K Ó P

1027 Budapest, Fő utca 68. Postacím: 1371 Budapest, Pf. 433  
Telefon/fax/üzenetrögzítő: (06-1) 201-84-43  
www.mant.hu Számlaszám: 10300002-20617536-00003285

2006. június

XX. évfolyam, 6. szám

kézirat gyanánt

## Magyar műszer a világűrben

A Barents-tengerről, Murmanszk közeléből, a „Jekatyerinburg” orosz tengeralattjáró fedélzetéről orosz interkontinentális ballisztikus rakétával május 26-án elindult a **Kompassz-2** mesterséges hold. A program fontos része a magyar irányítással kifejlesztett SAS2 berendezés. A műhold kis tömegű, mindössze 80 kg-os (ebből a műszerek 20 kg-ot tesznek ki). Tervezett elliptikus pályája 400 és 600 km-es magasság között húzódik, az Egyenlítő síkjához képest 79°-os hajlásszöggel. A Kompassz-2 tudományos célja a Földön történő rendkívüli eseményekkel (pl. földrengésekkel, trópusi viharokkal, geomágneses viharokkal) kapcsolatba hozható elektromágneses jelenségek észlelése és elemzése. Az Orosz Tudományos Akadémia földmágnesességgel, ionoszférával és hullámterjedéssel foglalkozó IZMIRAN intézetének vezetésével a programban először vizsgálják majd szisztematikusan, hogy lehetséges-e a szeizmikus jelenségek előrejelzése műholdakkal. A további tervekben egy, a Föld körül keringő műholdak alkotta hálózat (16 Vulkan-hold) is szerepel.

Az ELTE Űrkutató Csoportja vezetésével kifejlesztett első SAS (Signal Analyser and Sampler) berendezés 1989-ben az orosz **Interkozmosz-24** műhold fedélzetén repült. Feladata a műholdakon mérhető *whistlerek* (a villámok által keltett, a Hz-kHz frekvenciájú ún. VLF tartományba eső elektromágneses jelek) terjedési jellemzőinek és a jelalak finomszerkezetének vizsgálata volt. A 90-es években felmerült az alacsony frekvenciás (ULF-VLF) elektromágneses jelenségek és a szeizmikus aktivitás feltételezhető kapcsolata, vagyis a földrengések előrejelzésének lehetősége. A továbbfejlesztett, csökkentett méretű berendezés (SAS2) ukrán készítésű elektromos és mágneses érzékelőket használ. Először 2001 decemberében, az orosz-ukrán Kompassz hold fedélzetén jutott a világűrbe. Az a műhold – a sikeres start ellenére – sajnos elveszett, mivel nem reagált a földi parancsokra. A kísérlet pótlására, a Kompassz-2 és rajta a SAS2 repülésére most kerül sor.  
([www.urvilag.hu](http://www.urvilag.hu), F.S.)

## Metántavak helyett homoktengerek a Titanon

Hosszú éveken keresztül általános vélemény volt a szakemberek között, hogy a Szaturnusz óriásholdja, a Titan felszínén folyékony metánból álló tavak és tengerek létezhetnek. Egyrészt erre utalt a légköri metán jelenléte, amely ezekből kaphat utánpótlást, másrészt néhány Földről végzett radarvizsgálat is kedvezett a teóriának. Ezek alapján ugyanis néhol igen sima felületek mutatkoztak a holdon – ami legegyszerűbben valamilyen folyékony felszínnel magyarázható. A radaros észlelések többségénél azonban nem látszott nyoma a feltételezett tengereknek. A helyzetet tovább bonyolította, hogy a Szaturnusz körül 2004-ben pályára állt **Cassini**-űrszonda radarmegfigyelései során sem akadtak a sima felszíni metántengerekre, és az egyéb spektroszkópiás megfigyelések sem kedveztek ennek az elgondolásnak. Ugyanakkor a **Huygens** nevű leszállóegység ereszkedése közben olyan területeket örökölt meg, amelyek folyékony és sima felszínre, peremükön tengerpartokra, a kiemelkedéseken pedig folyóvölgyekre emlékeztettek.

A Cassini legfrissebb megfigyelései rávilágítottak az ellentmondás valószínű feloldására – amire néhány elméleti megfontolás már korábban is utalt. A tavaly októberben készített felvételek az addig tengereknek tartott, viszonylag sima területeken kb. 100 méter magas dűnéket mutattak. Az egyenlítői vidéken lévő dűnék több száz kilométer hosszan, szabályos vonulatokban futnak, mutatva az időnként eltérő irányban, tartósan fújó szelek hatását. Az eddig azonosított leghosszabb dűnemező 1500 km-es volt. A képek további érdekessége, hogy a dűnék meglepően hasonlítanak a földi sivatagokra, Namíbiában és sok arab területen ugyanilyen megjelenésű homoktengerek találhatók. Mindez tökéletesen mutatja, hogy hasonló geológiai folyamatok hasonló geomorfológiai formákat eredményeznek két különböző égitesten – még akkor is, ha eltérő a gravitáció, a légkör sűrűsége és a homokszemcsék anyaga.

A dűnéket létrehozó szelek kialakításában az árapályerő is közreműködhet. A Szaturnusz által a Titanon okozott árapály kb. 400-szor erősebb, mint amekkorát a Nap és a Hold együttesen létrehoz a Földön. A sűrű légkör jelenléte miatt a folyamat főként az atmoszféra alsó rétegeit mozgatja meg, a modellek szerint nagyságrendileg 0,5 m/s sebességű szeleket gerjesztve. Míg a felszínhez közel az árapály generálta áramlások lehetnek erősek, addig az atmoszféra magasabb rétegeiben dominánsan a beérkező napsugárzás alakítja ki azokat. Az árapály okozta szél periodikusan váltakozó iránya jelenhet meg a dűnék eltérő irányú szelekre utaló kinézetében. Ha az árapály gerjesztette szél és a nyugatról keletre tartó zonális áramlás hatását összeadjuk, közel kelet-nyugat irányban elnyúlt dűnéket kapunk, egyezve a megfigyelésekkel.

Nagy kérdés, hogy mi hozta létre a dűnék anyagát. A probléma hasonló a földi vagy marsi sivatagok anyagának keletkezéséhez. A Titanon lévő idős, kiszáradt folyóvölgyek arra utalnak, hogy egykor több folyadék volt a felszínen, amelyek pl. folyóvízi erózióval előállíthatták az apró szemcséket. Ezek az akkori tengerekben halmozódhattak fel, illetve a szél utólag is oda hordhatta őket. Egy másik elgondolás szerint a dűnék főleg szerves eredetű anyaga nem a vízjég alkotta kiemelkedésekről puszta le, hanem a felsőlégkörben keletkező bonyolult szerves anyagok felszínre hullásával halmozódott fel. A szél a lehullott kisebb és valamiért sötétebb szemcséket könnyebben tudta felkapni, amelyeket az árapályszelek főleg az egyenlítőhöz közeli, mélyebb vidékeken raktak le, létrehozva a tenger benyomását keltő sötét, alacsonyán lévő üledékes feltöltéseket. *(www.origo.hu, Kereszturi Ákos)*

### Milyen hosszú egy nap a Szaturnuszon?

Egy nap – azaz a forgási periódus – hossza a bolygók egyik legfontosabb tulajdonsága. Ennek meghatározásakor a szilárd kérgű bolygók esetében viszonylag könnyű helyzetben vagyunk, hiszen elegendő a felszín egy jellegzetes formáját nyomon követni a világűrben a planéta körül keringő szondák képalkotó műszereivel, esetleg földi távcsövekkel. Azonban a szilárd kéreggel nem rendelkező gázóriások rotációs periódusát korántsem ilyen könnyű meghatározni. A Szaturnusz esetében korábban a bolygóról érkező rádióhullámokat használták fel ennek megbecsléséhez, azonban az elmúlt 25 évben (**Voyager-1** és **-2**, **Pioneer-11** szondák) és a jelenleg mért adatok olyan mértékben eltértek egymástól, hogy azt lehetetlen lett volna a bolygó tömegátrendeződésével vagy tömegvesztésével magyarázni. A gyűrűs bolygó körül 2004 óta keringő **Cassini**-szonda folyamatos magnetométeres mérései megoldani látszanak a rejtélyt. A detektorral a Szaturnusz mágneses terének különböző komponenseit és azok időbeli változásait követték nyomon. Az adatok elemzése tisztán felfedte a valódi forgási periódust, amely 10 óra 47 perc és 6 másodperc, 40 másodperces bizonytalansággal. Az új érték mintegy 8 perccel hosszabb a korábban feltételezettnél, és az új módszer megbízhatóságát jelzi, hogy az elmúlt közel két évben a gázóriás forgása stabilan ezt az értéket mutatta. *(hirek.csillagaszat.hu, Székely Péter)*

### A DART kudarcának okai

A NASA májusban hozta nyilvánosságra a **DART** (Demonstration of Autonomous Rendezvous Technology) mesterséges hold vizsgálati jegyzőkönyvét, amely sok apró hiba összegződéséként értékelte a műhold elvesztéséhez vezető okokat. A DART 2005. április 15-én startolt egy, a kaliforniai Vandenberg támaszpontonról felszállt repülőgépről indított Pegasus hordozórakétán. A feladata mindössze egyetlen napra korlátozódott: autonóm módon, emberi beavatkozás nélkül meg kellett találnia egy már fenn keringő Pentagon holdat és úrrandevút kellett vele létrehoznia. A kísérlet jól is indult, az űreszköz 100 méteren belül megközelítette a céltárgyat, ám ott hirtelen lekapcsolt és anélkül, hogy be tudott volna avatkozni az irányítás, lassan nekisodródott a **MULBCOM** nevű műholdnak.

A kudarc kivizsgálása majdnem egy évig tartott és számos hibát tárt fel. Az okozat, amely végül a kudarc látható részeként csúcsosodott ki az volt, hogy a manőverezés üzemanyag-felhasználása nagyobb volt az előre tervezettnél, s már a megközelítési szakaszban elfogyott a hajtóanyag. Ennek következményeként a tehetetlen tömeg végül neki-ütközött a céltárgynak, majd letért a pályájáról és végül a légkörbe lépve elégett. A vizsgálat szerint a többlet üzemanyag-fogyasztást a navigációs rendszer gyári hibája okozta. Az önálló navigáció GPS alapon történt (volna), ám a berendezés hibája miatt a számított sebesség egyfolytában 0,6 m/s-mal volt magasabb a valóságosnál. Ráadásul a szonda vevőberendezése állandóan visszadobta a GPS adatokat frissítő adást, így a pályaadatok nem tudtak frissülni, az eltérés a számított és a valóság között egyre nőtt. A tragikomikus az, hogy a műhold gyártójánál tudtak a hibáról. Ám a repülés előtti teszteken a szimulátor szoftverbe betáplálták az eltérést, így a navigációs rendszer tökéletesen működött ideleln a Földön. Ám a szonda éles szoftveréből kimaradt ez a 0,6 m/s-os korrekció. Ugyanilyen végzetes hibának bizonyult az, hogy bár számítottak a hiba lehetőségére és felszereltek egy ütközésvigyelemző és elkerülő rendszert is, ám az ugyanazokból a hibás adatokból dolgozott, mint maga a navigációs rendszer. A céltárgy sértetlenül űszta meg a kalandot, igaz a pályája magasabbra került. A kísérlet 110 millió dollárba került és csak nagyon kevés részsikert hozott. *(www.urvilag.hu, Dancsó Béla)*

### Űrrepülőtér Szingapúrban

A Space Adventures az egyetlen cég, amelyik eddig magán űrhajósokat juttatott a világűrbe. A cég elnöke-vezérigazgatója, Eric Anderson a közelmúltban bejelentette, hogy elsősorban turisztikai célú szuborbitális repülések céljára űrrepülőtérrel kívánnak létesíteni Szingapúrban. Már is itt van a világ egyik legforgalmasabb kikötője és repülőtere, ami kiváló közlekedési összeköttetést biztosít az országnak a világ minden részével. Az ország kitűnő földrajzi és gazdasági adottságai kiválóan alkalmassá teszik arra, hogy az űrrepülésben is kulcspozíciót foglaljon el az ország, jelentette ki Anderson. A szuborbitális repülések során az utasokat 100 km magasba viszik majd fel, ahol öt percen keresztül tartó súlytalanságban lesz részük, továbbá a Föld látóhatárán túl láthatják a koromfekete égboltot. Az orosz Mjasziscsev Tervezőiroda által tervezett Explorer nevű „szuborbitális űrszállító eszközzel” egyszerre öt utast tudnak a világűrbe juttatni. Az elnök-vezérigazgató elmondta, hogy a világ országai még csak most kezdik felismerni az

űrturizmusban rejlő rendkívüli üzleti lehetőségeket. Az új üzletág becslések szerint évente egymilliárd dolláros forgalmat bonyolíthat le. A Szingapúri Űrrepülőtér (Spaceport Singapore) kínálata azonban nem kizárólag a szuborbitális repülésekre szorítkozik. Parabolarepülésekre, túlterhelésre történő, centrifugában végrehajtott felkészítésekre és víztartályban végrehajtott szimulált űrsétákra éppúgy befizethet a látogató, mint a legkülönbözőbb sugárhatású repülőgépekkel történő repülésekre. A beruházás költségeit 115 millió dollárra becsülik. A költségek előteremtésére nemzetközi konzorcium alakult, amelynek a Space Adventurers és szingapúri résztvevők mellett számos további tagja van. A Space Adventurers tervei között már a következő magán űrrepülőtér is szerepel, ezt az Egyesült Arab Emírátsukhoz tartozó Ras al Khaymah-ban (Rász-el-Haima) kívánják felépíteni. (*Spaceflight, 2006. május, B.E.*)

### **Az ISS jövőjéről**

A Nemzetközi Űrállomás (ISS) programjában részt vevő űrügynökségek (NASA, ESA, valamint az orosz, a kanadai és a japán szervezetek) vezetői márciusban egyeztették az ISS további építésével és üzemeltetésével kapcsolatos feladatokat (erről a témáról ld. még az *Űrkaleidoszkóp* előző havi számát – a szerk.). A NASA továbbra is szeretné 2010-re befejezni az ISS építését. Erre a feladatra a korábbi 28 helyett az űrrepülőgépek 16 (plusz két tartalék) repülését tervezi, anélkül, hogy az ISS kiépítettségét jelentősen csökkenteni kellene. Egy japán centrifuga és egy orosz energiatermelő egység kivételével minden mást fel kívánnak juttatni a világűrbe. Az ISS-t 2009-től kezdődően hat űrhajóssal szándékoznak működtetni. Az űrrepülőgépek mostantól számított hetedik repülésével vinnék a világűrbe az ESA által készített Columbus modul, a nyolcadik, kilencedik és tizenkettedik küldetéssel pedig a japán Kibo modul első három részét. A NASA ugyanakkor azt is bejelentette, hogy 2008-tól leállítja az Atlantist, a hátralévő feladatokat csak a Discovery és az Endeavour fogja végrehajtani. Az Atlantisnak 2008-ban a korábbi tervek szerint nagyjavításon kellett volna átesnie, a NASA illetékeseinek véleménye szerint az űrrepülőgép-flotta 2010-re tervezett teljes leállításáig hátra lévő kis időre már nem érdemes az Atlantisra költeni, ehelyett a gépet inkább tartalék alkatrészek forrásaként kívánják használni a másik két géphez. (Megdöböntő! A „három rozogából majd csak összerakunk két működőképeszt” filozófiája sokkal inkább magában rejtja a balesetek forrását, mint azok a problémák, amelyek miatt a NASA hosszú ideje szünetelteti az űrrepüléseket. – a fordító megjegyzése)

A találkozó utáni sajtótájékoztatók Jean-Jacques Dordain, az ESA főigazgatója elmondta továbbá, hogy vita folyik arról, mi legyen az ISS jövője, ha a jelenlegi egyezmények 2015-ben lejárnak. Erre vonatkozóan az elkövetkező fél éven belül döntést kellene hozni. Elmondta, hogy az ESA a fenti időpont után nem szándékozik többet tenni az ISS érdekében, mint ami egy társtulajdonostól elvárható, azonban készek fontolóra venni, hogy kereskedelmi alapon ATV küldetéseket bocsássonak a NASA rendelkezésére. Sokkal súlyosabb problémának nevezte azonban, hogy 2010 után nem lesz mivel leszállítani az anyagokat és űrhajósokat az ISS-ről. A felszállítást ugyanis az európai ATV modulokkal és az orosz Progressz teherűrhajókkal meg lehet oldani, a visszatérés azonban megoldatlan, amikor az amerikai űrrepülőgépek már, a CEV-k pedig még nem lesznek szolgálatban. Márpedig az utóbbiak üzembe állítása 2014 előtt aligha várható. Az oroszok és az ESA hajlana az ISS szélesebb körű működtetésére, Dordain újabb nemzetközi partnerek bevonásától sem zárkózna el. (*Spaceflight, 2006. május, B.E.*)

### **Orosz bánya a Holdon?**

Az orosz Enyergija cég bejelentette, hogy a fejlesztés alatt álló Kliper űrrepülőgépük első, személyzet nélküli repülését 2012-re tervezik. Ennek sikere esetén a hatszemélyes gép a következő évben már űrhajósokkal is felszállhat, majd 2015-ben keresheti fel először a Nemzetközi Űrállomást. Az Enyergija képviselői egyúttal azt is bejelentették, hogy Oroszország 2020-ra állandó bázist szeretne létrehozni a Holdon, annak érdekében, hogy ott megkezdjék a nagyon ritka, hélium-3 izotóp kitermelését. Becslések szerint a Holdon ugyanis legalább egymillió tonna hélium-3 található, amelynek felhasználása akár 1000 évre is kielégíthetné az emberiség energiaszükségleteit. A Földön e ritka nemesgáz-izotópból csak néhány száz tonna fordul elő. (*Spaceflight, 2006. április, B.E.*)

### **Tombaugh hamvai úton a Plútó felé**

Clyde Tombaugh (1906–1997) amerikai csillagász 1930-ban fedezte fel a Naprendszer kilencedik bolygóját, a Plútót. Az égitest kutatására idén január 19-én, két héttel Tombaugh születésének 100. évfordulója előtt indult el a NASA **New Horizons** űrszondája (lásd az *Űrkaleidoszkóp* idei második, vagy a *Természet Világa* 2006. februári számát). Alan Stern, a New Horizons vezető kutatója különös módon tisztelgett a felfedező emléke előtt. Tombaugh családjának egyetértésével a szonda fedélzetén egy 5 cm-es, speciális tartályban elhelyezte Tombaugh hamvainak egy részét. Ez és egyéb emléktárgyak mellett egy 430 000 ember nevét tartalmazó CD-t is elhelyeztek a szonda fedélzetén, így a NASA már többször alkalmazott gyakorlatának megfelelően az érdeklődők szerte a világból – legalább nevükkel – részesei lehetnek a küldetésnek. (*Spaceflight, 2006. április, B.E.*)

- Az ISS építéséhez való legnagyobb európai hozzájárulást jelentő **Columbus**-modul összeszerelése befejeződött Brémában. A kutatómodul májusban kelt útra Floridába, ahonnan leghamarabb 2007 második felében indulhat az űrbe. Feljuttatása egy amerikai űrrepülőgép feladata lesz. A modul tervezett élettartama 10 év, ezalatt számos európai kezdeményezésű kísérletnek ad majd otthont a Föld körüli pályán.
- Május közepén nyilvánosságra hozták a februárban felbocsátott **Akari** (korábbi előtti nevén ASTRO-F) japán infravörös csillagászati mesterséges hold első képeit, amelyek igazolják, hogy az űreszköz rendben működik, s hamarosan megkezdheti tudományos programját. (www.urvilag.hu)

## ÉLET•TUDOMÁNY

A hetilap 2006. májusi számaiból az alábbi cikkekre hívjuk fel olvasóink figyelmét:

**18. szám:** Először sikerült két nagytömegű fekete lyuk ütközését számítógéppel szimulálni, legalább egy speciális esetben. Az általános relativitáselmélet szerint ilyenkor erős gravitációs hullámok keletkeznek, amelyek detektálására rendkívül érzékeny műszerekre van szükség. Ezért építik meg az amerikai LIGO berendezést a Földön, s amerikai-európai együttműködésben készülnek a **LISA**, egy lézer-interferométer űrszonda-rendszer felbocsátására is. A lap bemutatja még a **Venus Express** első képeit a bolygó sarkvidékeiről.

**19. szám:** Az 1970-es évek **Apollo**-missziói során gyűjtött szeizmométeres adatokat újra átvizsgálva arra jutottak, hogy a holdrengések meglehetősen gyakoriak. A négy típusba sorolt események közül a sekély fészklú rengések veszélyesek lehetnek a majdani holdbázisokra is, amelyeket ezért megfelelően kell tervezni. A kutatók szeizmométer-hálózat telepítését is javasolják a Hold felszínére. Szintén égi kísérőnkkel kapcsolatos egy másik cikk, amely a 2008-ban indítandó két amerikai szonda (az **LRO** és az egyik darabjával a Hold déli sarkvidéken becsapódó **LCROSS**) céljait ismerteti.

**20. szám:** A műholdas helymeghatározás (**GPS**) szélső pontosságú alkalmazásairól, a hazai és közép-európai mozgásvizsgálati programok eredményeiről olvashatunk részletes cikket. A FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatóriumában immár másfél évtizede folyó kutatások alapján kirajzolódik a földkéreg jelenkori mozgása. Azt is megtudhatjuk, hogy a Pannon-medence elnyeli az Adriai-mikrolemeztől származó nyomást, emiatt „összenyomódik”. Megijedni azért nem kell: a kelet-nyugati és északkelet-délnyugati irányú rövidülés évente átlagosan mindössze másfél milliméter – ez az adat egyúttal a mérési módszer rendkívüli pontosságát is illusztrálja. A lapban helyet kapott még a **Spitzer-űrtávcső** szép képe két ütköző galaxisról.

**21. szám:** A több részre darabolódott 73P/Schwassman-Wachmann üstökös **Hubble**-képeiről és a Titan homoktengereiről (ld. a mostani *Űrkaleidoszkóp 1. oldalán is*) olvashatunk képes beszámolót.

## meteor

A Magyar Csillagászati Egyesület folyóirata májusban is közöl űrkutatási vonatkozású híreket:

A **Spitzer** infravörös űrtávcsővel egy 9,1 milliárd éves galaxishalmazt, az eddig ismert legtávolabbi ilyen objektumot találták meg. E hatalmas struktúra léte a világegyetem 13,7 milliárd éves korát figyelembe véve meglepő. Az űrcsillagászat korszakának „felfedezettjei” a gammavillanások. A **Swift** és **HETE-2** műholdak megfigyelései alapján tavaly úgy tűnt, hogy megoldódott az egyik típus, a rövid (legfeljebb 2 másodpercig tartó) kitérések rejtélye: az elképzelések szerint két neutroncsillag vagy egy neutroncsillag és egy fekete lyuk összeolvadása váltja ki a jelenséget. A legújabb észlelések azonban arra figyelmeztetnek, hogy a modellek egyelőre nem feltétlenül jók. A Nap rezgéseinek vizsgálatával, a helioszeizmológia módszerével a **SOHO** mérései módot adnak arra, hogy „lássuk” a csillag közvetlenül éppen nem látható túloldalát. Az űrtevékenység szempontjából, az űridőjárás előre jelzéséhez is fontos, hogy előre tudjuk, ha egy aktív vidék „fordul be” felénk. Olvashatunk a Szaturnusz gyűrűrendszerével kapcsolatos újabb **Cassini**-eredményekről, a 100 méteres nagyságrendű, a gyűrűk síkjában keringő holdacskák hatására kialakuló képződményekről is.

## AERO

A repülő- és űrkutatási folyóirat májusi számában ezúttal négy nagy űrkutatási cikk jelent meg:

*Repülők és rakéták – 125 évvel ezelőtt született Kármán Tódor* (Almár Iván): Kármán Tódor munkássága az űrtechnika fejlődésének tükrében, az űrkorszakot megelőző időkben. *Főszereplő a Mars – A 37. Holdi és Bolygókutatási Konferencia* (Bérczi Szaniszló): A konferencia – amelyen képviseltette magát az ELTE Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoportja is – ez alkalommal a Mars kutatására összpontosított. *Ötvenéves a MANT* (Horvai Ferenc): 1956. május 26-án alakult meg a Magyar Asztronautikai Társaság elődszervezete, az Asztronautikai Bizottság. A MANT történetét is áttekintő cikkel az évfordulóra emlékezik a lap. *Űrsört a súlytalanságba! – Magyar diákcsoport készül parabolarepülésre* (Szentpéteri László): Az ESA parabolarepülési pályázatán először nyert magyar egyetemista csapat. Szakterületük egy fémhab-kutatási téma.