

PORHOLDMÉRÉS POLARIMETRIÁVAL

Már az 1950-es években felvetődött, hogy a Föld és a Hold gravitációjának hatása az L4 és L5 Lagrange-pontokban égi mechanikai porszívóként az évmilliók során összegyűjtheti a bolygóközi port, miáltal a Földnek a Hold mellett két laza porholdja is lehet. Amióta 1961-ben Kazimierz Kordylewski lengyel csillagász két fényes foltot észlelt a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja környékén, azóta e képződményt Kordylewski-porholdnak hívják. Sok csillagász azonban kétségbe vonta e jelenség létét, mondván, hogy ha össze is gyűlne ott bolygóközi anyag, akkor a Nap, a napszél és a többi bolygó gravitációs hatása kisöpörné azt onnan. Egy képalkotó polariméterrel felszerelt földi távcsővel Slíz-Balogh Judit, Barta András és Horváth Gábor új, polarizációs bizonyítékot találtak a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja körüli porhold létezésére.

Cikkünkben az első megfigyelő, Kazimierz Kordylewski (1903–1981) lengyel csillagász két fiával, Leszek és Zbigniew Kordylewskivel készített interjúnkat közöljük.

– Hányan vannak testvérek, és mivel foglalkoznak a híres csillagász gyermekei?

Zbigniew Kordylewski (ZK) – Négyen vagyunk testvérek, Jerzy matematikus, Zbigniew csillagász, Wanda zenész és Leszek biológus.

Leszek Kordylewski (LK) – Édesapánk 1929-ben feleségül vette tanítványát, későbbi kolléganőjét, Jadwiga Pajakot (1905–1977). A II. világháború előtt két fiuk született, Jerzy és Zbigniew, közvetlenül a háború után pedig lányuk, Wanda és fiuk, Leszek. Apánk még több gyereket szeretett volna, de a világháborús körülmények ezt megakadályozták. Arról álmodozott, hogy valamennyi gyermeke csillagász lesz. A fiúk mind tudósok lettek, akik a felsőoktatásban, valamint az akadémiai kutatásban tevékenykednek. Mindhárom fiú megnősült és felnőtt gyermekeik vannak. Az 1935-ben született Jerzy csillagásznak kezdett el tanulni, de matematikusként doktorált. Az 1938-ban született fiatalabb fiú, Zbigniew hű maradt a csillagászhoz. Krakót azonban el kellett hagynia, amikor a hatóságok úgy döntöttek, eltörlik a csillagászképzést, abban a hitben, hogy a kommunista társadalomban kicsi az igény e foglalkozásra. A Wroclawi Egyetemen folytatta csillagászati tanulmányait, amikor

Lengyelország háború után visszanyert nyugati területén minden téren nagy fejlesztések indultak. Zbigniew asztrofizikából doktorált. Az 1945-ben született Wanda Krakóban tanult zenét, de miután feleségül ment egyik évfolyamtársához, az 1946-ban született Jacek Dutka énekeshez, főállású háziasszony lett, három gyermek boldog édesanyja. 1947-ben születtem én, a legkisebb fiú. Biológiából szereztem PhD-t és nagydoktori fokozatot. Chicagóban dolgozom kutatóként és igazságügyi szakértőként.

– Véleményük szerint mi(k) édesapjuk legfontosabb tudományos eredménye(i)?

ZK – Kétségtelenül a Föld porholdjának fölfedezése.

LK – Igen, vitathatatlanul e fölfedezéséről a legismertebb. Hitem szerint azonban legjelentősebb eredménye azon eredeti módszerek kifejlesztése volt, amelyeket saját csillagászati kutatásaiban alkalmazott. Tadeusz Banachiewicz (1882–1954) professzorral együtt rádióteleszkópot és kronokinematográfot is épített.



Kazimierz Kordylewski 1954-ben

Az utóbbi egy videokamerával felszerelt hordozható távcső, amivel olyan változó csillagászati jelenségeket lehetett időbeliségükben is pontosan regisztrálni, mint például a napfogyatkozások. Mindig hangsúlyozta az emberi szem fontosságát a vizuális megfigyelésekben. Csillagász tevékenysége

A Földnek a Hold keringési síkjában létezik két olyan pontja, amelyekbe egy harmadik kis testet helyezve, az a Földdel és Holddal szinkronban együtt keringve nem változtatja meg relatív helyét. E két pontot L4 és L5 Lagrange-féle librációs pontnak nevezik a csillagászok, mert Joseph Louis Lagrange (1736–1813) olasz-francia matematikus fedezte fel őket 1772-ben. Az L4 pont a Hold pályáján mozogva 60°-kal megelőzi a Holdat, míg az L5 pont a Holdat követi 60°-kal. Mindkét pontban és közvetlen környékükön csapdába esnek a megfelelő sebességgel rajtuk átmenő vagy a közelükben elhaladó bolygóközi anyagrézszeccskék, amelyek librálnak, azaz ide-oda lengve keringenek e pontok közelében.

MAGYAROK RÉSZVÉTELE A KUTATÁSBAN

A történet a Keszthelytől nem messze fekvő Rezi község közelében 1982-ben tartott magyar katonai hadgyakorlaton kezdődött, amikor két ELTE-s előfelvételis egyetemista, a csillagásznak készülő Koltai László és a fizikusnak készülő Horváth Gábor egy teliholdas éjszakai őrősgben unatkozva az égítetek mechanikájáról beszélgettek. Utóbbi egy Csepel katonai teherautó ponyvás platóján őrködve akkor tudta meg Koltaitól, hogy a Holdat 60°-kal megelőzi, illetve követi egy-egy igen halvány, szabad szemmel alig észlelhető porhold, amit Kazimierz Kordylewski fedezett föl 1961-ben. Horváth Gábort annyira megragadták e rejtélyes porholdak, hogy később, már végzett fizikusként öccsével, Ákossal együtt számítógéppel modellezték az öt Lagrange-pontból induló részecskék pályáit és a Kordylewski-porhold kialakulását – erről szóló cikkünk a Fizikai Szemlében jelent meg.

Később kifejlesztette a képkalkító polarimetria módszerét és polarimétereivel bejárta a fél világot különféle égi polarizációs jelenségekre vadászva. Mivel e polariméterek nem távcsővel voltak ellátva, ezért a Kordylewski-porholdat sokáig nem tudta polárszűrő- és lencsevégre kapni, pedig több hazai és külföldi csillagászt is bízott erre.

Slíz-Balogh Judit csillagász doktoranduszként Érdi Bálint csillagász és Tél Tamás elméleti fizikus ELTE-s professzorok javaslatára a Kordylewski-porholdak kaotikus viselkedését vizsgálta számítógépes modellezéssel, mely témából 2015-ben és 2017-ben egy-egy cikket írt Süli Áron csillagászzal és Kovács Tamás elméleti fizikussal. Mikor a ELTE Biológiai Fizika Tanszékének Környezetoptika Laboratóriumában Horváth Gábor polarizációs előadássorozatán értesült a Kordylewski-porholdak képkalkító polarimetriai észlelésének lehetőségéről, az Estrato Kutató és Fejlesztő Kft. vezetője, Barta András segítségével felszerelte a Badacsonytördemicen lévő magánobszervatóriuma egyik teleszkópját egy képkalkító polariméterrel, és nekiállt a Kordylewski-porholdat e polarizációs távcsővel „levadászni”. Kitérő próbálkozása hamarosan meghozta az első eredményt, cikkük a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* című szaklapban jelent meg. Közben pedig folytatta a Kordylewski-porhold kialakulásának számítógépes vizsgálatát, mely szintén eredményes volt. (A kutatásról bővebben a *Természet Világa* áprilisi számában olvashatnak).

Mindkét magyar kutatási eredmény nagy nemzetközi visszhangot keltett, ami például kétszáznál több recenzóban, méltatásban és híradásban is megnyilvánult a legkülönbözőbb nemzetek elektronikus portáljain. Miután a médiából értesült a Kordylewski-porhold polarimetriai megfigyeléséről, Kazimierz Kordylewski legfiatalabb fia, Leszek fölvette a kapcsolatot a magyar kutatókkal. Leszek most egy könyvet ír édesapja csillagászati tevékenységéről és hagyatékáról, aminek ékköve a Kordylewski-porhold fölfedezése.



Kazimierz Kordylewski (baloldalt áll) és családja (balról jobbra: Leszek, Wanda, Jadwiga Pajak, Zbigniew és Jerzy) 1960-ban

legnagyobb hányadát ilyen, szemmel történő megfigyelések képezték a változócsillagok és a Hold miatti csillagfogyatkozások vizsgálatában. Továbbá ő fedezte föl a Tauri csillagot, amikor az eget szabad szemmel pásztázta. E vörös csillagot korábban sohasem észlelték a rutinszerűen használt fényképeken, amelyek emulziója nem volt érzékeny a vörös fényre.

A később róla elnevezett porhold első megfigyeléseit is szabad szemmel végezte a Tátrában az 1950-es években, miután egy speciális módszert fejlesztett ki szemének arra történő tréningezésére, hogy egészen halvány fényléseket is láthasson a retinája pálcikáira alapuló szélső (perifériás) látásával.

Miután nem sikerült a porhold létét igazolni az akkor rendelkezésre álló optikai technológiákkal, amatőr csillagászok csoportjait alkalmazta a halvány porholdfény létének bizonyítására a Föld-Hold rendszer L4 és L5 Lagrange-pontjainak számításokkal megjósolt égi helyein. Lengyel áruszállító hajókkal az Atlanti- és Csendes-óceán egyenlítői régióiba vitte ezen amatőr csillagászokat, ahol egymástól függetlenül följegyezték minden gyér égi fénylés pozícióját, miután begyakoroltatta velük a teljes sötétségben szabad szemmel történő észlelést. Minden résztvevőnek saját égi térképe volt. Arra kérte őket, hogy e térképen jelöljék be x-el azon helyeket, ahol szabad szemmel bármiféle halvány fénylést észlelnek. E számos független gyakorolt megfigyelő által az égbolt térképén bejelölt x pontok szórt halmaza a porhold igen gyér fényének kollektív bölcsesség szerinti átlagát jelentette. Ez végül a porhold égi helyének vizuális detekciójához vezetett az elméletileg megjósolt hely (a Föld és Hold L5 Lagrange-pontja) közelében.

Mindezen túlmenően apánk további jelentős eredményének számít egy függvényillesztési módszer kidolgozása, amivel a változócsillagok fényességminimumait lehetett gyorsan meghatározni.

Összegezve, legnagyobb hozzájárulása a csillagászhoz az optikai adatok közvetlen vizuális elemzése rendkívüli értékének következetes hangsúlyozása volt. Nem bízott ezen adatok egyedüli technikai feldolgozásában, ami az esetleges műtermékek miatti hibás értelmezésekhez vezethetett volna. Számára a leg-

pontosabb optikai megfigyelő eszköz az emberi szem volt, amit akkoriban megítélése szerint egyetlen mérőberendezés sem volt képes felülmúlni.

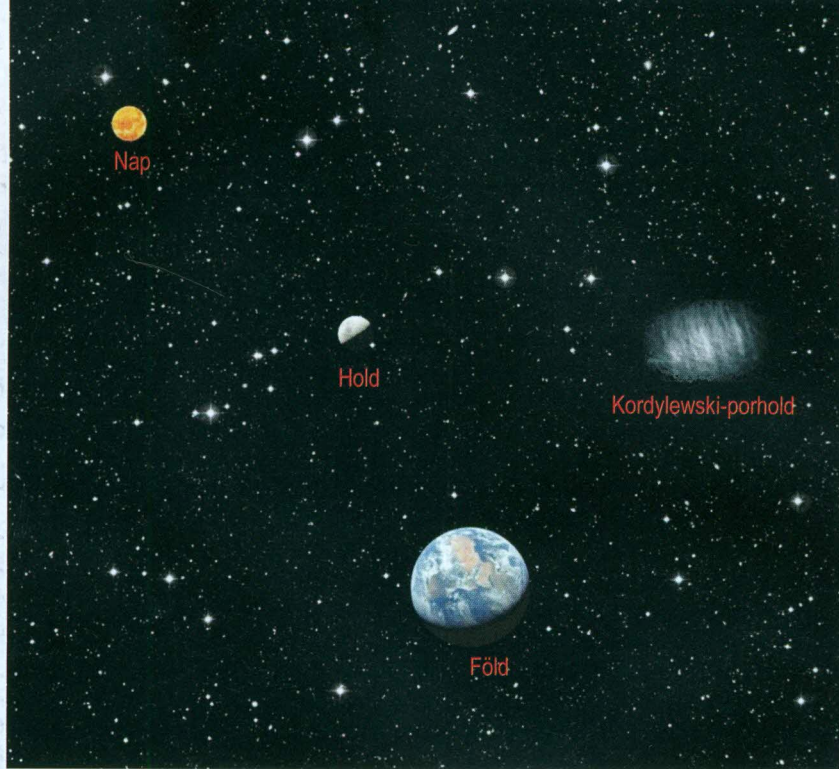
– A Kordylewski-porholdat jól ismerik Lengyelországban?

LK – A fölfedezés mint szenzáció, viszonylag jól ismert, mert ilyen kis fényességű (magnitúdójú) jelenséget addig nem sikerült földi megfigyelőknek észlelniük. A szak- és amatőr csillagászok egyaránt jól ismerik és értik e témát, de sokan mások alkalmasint nem rendelkeznek a részletek megértéséhez szükséges csillagászati ismeretekkel. Az emberek nem fogják fel, mennyire nehéz a porhold megfigyelése, és miért tartott édesapánknak oly sok évig szemléltetni és publikálni e porhold létét. A közvélemény szerint egy csillagászati fölfedezés olyan könnyű lehet, mint például megfigyelni egy új üstököst vagy csillagot, amikor az észlelés dicsősége azt a megfigyelőt illeti, aki először vette észre az új égitestet. A porhold esetében azonban rengeteg időbe telt kifejleszteni a saját eredeti módszereit valami régóta létező, de gyakorlatilag láthatatlan dolog vizualizálására és dokumentálására.

ZK – A lengyel csillagászok sokáig agyonhallgatták a fölfedezést, s inkább csendben maradtak ez ügyben. Ugyanis szkeptikusok voltak, mivel nem volt hatékony módszerük a porhold létének igazolására. A közelmúltban néhány fiatal lengyel csillagászt fölleskénítették édesapánk munkái és eredeti megfigyelési módszerei. Ezért terjesztik eredményeiket a diákság körében és a nagyközönségnek tartott csillagászati ismeretterjesztő előadásokban is.

– Annak ellenére, hogy egy nagyon halvány optikai jelenségnek számít, mi inspirálta Kordylewskit a porhold megfigyelésére?

LK – A Merkúr, Vénusz és Föld kivételével a Naprendszer bolygói egynél több holddal rendelkeznek. Föltételezése szerint a Földnek a Holdon kívül lennie kell legalább még egy égi kísérőjének, ami azonban túl kicsi, s ezért nem figyelték meg korábban. Amikor megismerkedett Lagrange égi mechanikai háromtest-problémával kapcsolatos elméletével, először egy szilárd, tömör égitestet kezdett el keresni, amit a Föld-Hold páros L4 és L5 Lagrange-féle librációs pontjai ejthettek csapdába a



A csillagos ég fantáziaképe a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja környékén lévő Kordylewski-porhoddal, a Földdel, a Holddal és a Nappal

Nap-Jupiter rendszer akkor már jól ismert görög (L4 Lagrange-pont környéki) és trójai (L5 Lagrange-pont környéki) kisbolygóikhoz hasonlóan. Miután szabad szemmel és fotometriával (fényképezéssel) nem detektált egyetlen ilyen kompakt égitestet sem, poznanai szenior kollégája, Jozef Witkowski (1892–1976) professzor azon ötletét követte, miszerint a Föld és Hold L4 és L5 librációs pontjaiban apró porrészecskék gyűlhetnek össze az idők folyamán. Ezután úgy döntött, hogy e föltételezett porhalmaz által szórt hálvány fény szisztematikusan keresésére összpontosít ideális megfigyelési körülmények között (legkedvezőbb időjárás, horizont alatti telihold) Lengyelország (Kasprowy Wierch) és Szlovákia (Lomnic) magashegyi csillagászati obszervatóriumaiban. Végül a trópusok óceáni régióiban, hajók legfelső emeletén, teljes éjszakai sötétségben, szabad szemmel végzett megfigyelések bizonyultak a legeredményesebbeknek az ottani ideális viszonyoknak köszönhetően.

ZK – A Föld-Hold rendszer L4 és L5 librációs pontjaibeli tömör holdacska utáni keresés sikertelenségét követően, 1952-ben Witkowski professzor, a poznanai Csillagászati Obszervatórium igazgatója, a bolygóközi por e pontokbeli lehetséges sűrűsödését jósolta. E por becsült térfogati sűrűsége

azt sugallta, hogy a megfigyeléséhez elegendően erős szórt fényt kelthet. Apánk a változócsillagok gyakorlott megfigyelőjeként tudatában volt az emberi szemben rejlő bámulatos lehetőségeknek. Habár szemünket nem lehet fizikai mértékegységek mérésére azon képessége, hogy eléggé érzékeny a fényintenzitásbeli igen csekély eltérések megkülönböztetéséhez is.

– A Kordylewski-porhold létét számos csillagász megkérdőjelezte azon spekulációra hivatkozva, hogy a Föld-Hold rendszer L4 és L5 Lagrange-pontjaiban csapdába esett részecskéket a Nap gravitációs zavaró hatása kisöpörheti. Hogyan reagált Kordylewski e kritikára, föltételezésre?

LK – Egészen biztos volt a dolgában, hiszen a saját szemével látta a porholdat.

ZK – Ügyes és gyakorlott megfigyelőként ellenőrizni akarta, hogy e kritika jogos-e. A porhold utáni kitarató keresését azon kérdés tapasztalati ellenőrzésének szándéka hajtotta, hogy igaz-e a hipotézis, miszerint a Föld-Hold rendszer L4 és L5 pontjai gravitációs egyensúlyának állítólagos hiánya megakadályozhatja egy stabil objektum ottani kialakulását és hosszú idejű fennmaradását.

**HORVÁTH GÁBOR
SLÍZ-BALOGH JUDIT**