

tékben fog hinni abban, hogy az események relatív gyakorisága egy végtelen sorozatban p . Ha a p betűt a *propensity*-interpretációnak megfelelően valamilyen kauzális tendenciaként interpretáljuk, amelynek megfelelően a fizikai környezet az esemény bekövetkezését előidézi, akkor a tétel a következőt fogja jelenteni: ha egy adott esemény p mértékben hajlamos bekövetkezni, akkor (ismét feltételezve a hajlamok függetlenségét) az események egy olyan végtelen sorozatának, amelyben a relatív gyakoriság megegyezik p -vel, 1 lesz a bekövetkezési hajlama. Látható, hogy mindhárom állítás empirikus – igazolásukhoz többek között olyan dolgokat kell tudnunk, hogy hogyan tesz-teljük végtelen sorozatok sorozatát, hogyan mérjük végtelen sorozatok relatív gyakoriságára vonatkozó hiteinket, illetve az ilyenek létrehozására vonatkozó *propensity*-t. Ezek tesztelése jelenthet gondot, minden-esetre a nagy számok törvényei, mint matematikai állítások elvben mindhárom értelmezéssel kompatibilisek, vagyis semmilyen módon nem tüntetik ki a valószínűség relatívgyakoriság-interpretációját. Ha igaz van tehát von Platonak abban, hogy Kolmogorov frekventizmusát a nagy számok törvényére, a Cournot-szabályra és a függetlenség posztulálására építette,

akkor helytelenül járt el. Az elmélet és a tapasztalat közötti szakadékot éppen olyan kevésbé lehet áthidalni a gyakorlati bizonyosság fogalmával, mint von Misesnél az aszimptotikus relatív gyakoriság segítségével. De akár így, akár úgy – tény az, hogy Kolmogorovot a valószínűség mértékelméleti kanonizációja ellenére élete végéig nyugtalanította a valószínűség tapasztalati alkalmazhatóságának kérdése. Későbbi erőfeszítéseit éppen az határozta meg, hogy a mértékelméleti megfogalmazás mellett érvényt szerezzen a relatív gyakoriságra és a véletlenszerűségre érzékenyebb valószínűségfogalomnak. Ezek a kutatások vezették azután az algoritmikus randomitás és a Kolmogorov-komplexitás [4] megalkotásához.

Irodalom

1. R. von Mises: *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*. Berlin, 1928.
2. A. N. Kolmogorov: *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Springer, 1933; magyarul: *A valószínűségszámítás alapfogalmai*. Gondolat Kiadó, 1982.
3. J. von Plato: *Creating Modern Probability*. Cambridge University Press, 1994.
4. A. N. Kolmogorov: Three approaches to the quantitative definition of information. *Problemy Peredaci Informacii* 1 (1965) 4–7.

HELL MIKSÁRÓL, AKI 1769-BEN ELSŐKÉNT MÉRTE MEG A NAP–FÖLD-TÁVOLSÁGOT

Abonyi Iván

ELTE Elméleti Fizikai Tanszék

Amikor *Hell Miksa* (1720–1792) a Nap–Föld-távolság méréséről gondolkodni kezdett, a Naprendszerrel a következőket lehetett tudni. *Johannes Kepler* (1571–1630) híressé vált tapasztalati törvényei egyszerű képet adtak a Naprendszerrel. Ennek központja a Nap, a bolygók a Nap körül síkmozgást végeznek, de úgy, hogy a Nap és az adott bolygó közt lévő távolság egyenes darabja, a vezérsugar egyenlő idők alatt egyenlő területeket sűrol. A bolygók tehát sígörbe pályát futnak be, méghozzá ellipszist, amelynek egyik gyújtópontja a Nap. Különböző bolygók pedig úgy keringenek a Nap körül, hogy az ellipsziseik fél nagytengelyei (a_k) és a keringési idő (T_k) között az

$$\frac{a_k^3}{T_k^2} = \text{konstans}$$

összefüggés áll fenn. Így hangzanak tehát a Kepler-törvények.

*Isaac Newton*nak sikerült a bolygómozgást a mozgásegyenletek alapján úgy leírni, hogy azok számot adhattak a Nap és a bolygó között érvényes kölcsönhatás, az általános tömegvonzás néven elnevezett, akkor még hipotetikus erőhatásról. Ezáltal a síkmoz-

gás, a területi sebesség állandóságának elve és a kölcsönhatási erő magyarázatot nyert, csak hogy a Kepler-törvényekben szereplő mennyiségek, a Nap és a bolygó tömege, a Naptól mért távolság, a tömegvonzási erőben szereplő gravitációs állandó még ismeretlen maradt. Pontosabban: a newtoni magyarázat konkrét célokat tűzött ki a kutatás elé: ezeket a mennyiségeket kell valahogyan a kísérletező ember számára hozzáférhetővé, megmérhetővé tenni. Amikor ez bekövetkezett, mondjuk a Newton *Principia mathematica philosophiae naturalis* (A természetfilozófia matematikai alapelvei) [1] című művének megjelenésekor, 1687-ben, a kíváncsi ember számára a kutatómunka előtt konkrét feladatok fogalmazódtak meg. Ezeket fogjuk az alábbiakban sorra bemutatni.

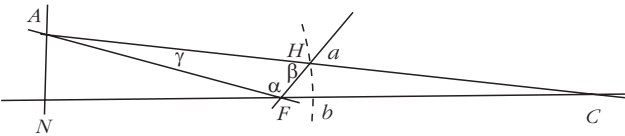
A távolságok problémája

A Föld mérete

A Kepler-törvények sajátos kopernikuszi módon a *Naptól mért bolygótávolságokról* szólnak. Igaz, nem Kepler, vagy Newton, illetve nem is *Kopernikusz* (1473–1543) volt az első, akiben felmerült ez a probléma, hanem az



1. ábra. Elsőnapri boríték Arisztarkhosz évfordulójára.



2. ábra. Hipparkhosz számításának alapja.

„ókor Kopernikusának” nevezett szamoszi *Arisztarkhosz* (Kr.e. 310 táján – Kr.e. 230 körül) hirdette először, hogy a Föld (és az *akkor ismert* bolygók, a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz) a Nap körül keringenek (lásd a keretes írást jobbra). Csak egyetlen műve maradt fenn: *Peri megethón kai aposztemathón beliu kai szelénész* (A Nap és a Hold nagyságáról és távolságáról). Vizsgálatai szoros összefüggésben álltak az a problémával, hogy milyen kapcsolat van a kör középpontja körül húzott különböző sugarú körívek és húrjaik között. Így bukkan a szinuszfüggvény fogalmára. A csillagászatban helyesnek mondható elve – amit külön részletezünk az alsó keretes írásban – mégsem vezetett helyes eredményre, valószínűleg a szög meglehetősen kicsiny volta miatt, hiszen akkor ilyen finom



Arisztarkhosz

Bemutatjuk számoszi Arisztarkhosz, az „ókori Kopernikusz” emlékére kiadott görög bélyegeket és az elsőnapri borítékot (1. ábra), amelyen Kopernikusz műve, a *De revolutionibus orbium celestium* (Az égitestek keringéséről) kéziratainak egyik oldala látható. Ezen a szerzője által kihúzott részben éppen a nagy előd, Arisztarkhosz neve szerepel. Fontos azonban pár szó magukról a bélyegekről is. Az első, a 20 drachmás bélyegen a Naprendszer feltehetőleg ókori vázlatát látjuk. Csakhogy az ókorban a Nap körül keringő ismert bolygók csak hatan voltak: a Merkúr, a Vénusz, a Föld, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz, hiszen tudjuk, ez a Nappal együtt éppen hét égitest, lényegében innen származnak a hét napjainak nevei. A bélyegen a Szaturnusz után kifelé még két bolygó szerepel a tervező szerint: az Uránusz – amit 1781-ben fedezett fel William Herschel, a Neptunusz, amit 1846-ban *J. G. Galle*. Persze van még bolygó, a Plútó (1930-ban *C. W. Tombaugh* fedezte fel.) A másik bélyeg, a 10 drachmás, ezen középen Héra templomának oszlopát látjuk. Keresztben a különböző sugarú körívekbe rajzolt húrok közös tulajdonságát próbálja szemléltetni. Ez az ábra visszaköszön majd Hipparkhoszról, különben ez a rajz árulkodik arról, hogy Arisztarkhosz rendkívül közel járt a szinuszfüggvény felismeréséhez.

szögbeosztást készíteni még nem lehetett. Ez a kis szög, a modern fogalmak szerint a *parallaxis szöge*, pontosan az a szög, amelyben a Naptól a Föld *sugara* látszik.

Arisztarkhosz és Hipparkhosz mérési elve

Arisztarkhosz érvelése szerint a Holdat az első és az utolsó negyedében a Nap úgy világítja meg, hogy pontosan a fél holdgömb látszik a Földről (egy félkör megvilágítva). Ekkor tehát d távolságra lévő Nap, a Hold és az R sugarú Föld olyan derékszögű háromszög csúcsai, ahol a derékszög a Holdnál van. Ebből lehet levonni a következtetést a Napnál lévő szögre, a *parallaxis szögére*: $\sin \pi_0 = R/d$.

A probléma az, hogy a valóságban mindhárom égitest meglehetősen nagy méretű, ponttá zsugorításuk – bizonyos értelemben – gondot jelent. Arisztarkhosznak a Földnél lévő szögre 87° -ot sikerült kikövetkeztetnie, ami az akkori mérőeszközöket tekintve nem rossz eredmény (a mai érték $89^\circ 57''$). Nem csoda, ha ennek a szélsőségesen furcsa derékszögű háromszögnek kissé rövidre sikerült az átfogója, a Nap–Föld-távolság.

Hipparkhosz esete, mintegy 130 évvel Arisztarkhosz után csak egy kevéssel vezet előbbre. A mérési eljárás egy kicsivel általánosabb, azt használja fel, hogy időnként van holdfogyatkozás. Kivárja azt a pillanatot, amikor a Hold belép a Föld árnyékába. Jelölje A

a Nap helyét, F a Föld helyét, H a Hold helyét és C a Föld árnyékhúrjának csúcsát (2. ábra).

Az AFH háromszög szögeinek összege természetesen 2π , vagyis $\alpha + \beta + \gamma = 2\pi$.

Az FAH éppen a *Nap parallaxisa* akkor, amikor a *Napból nézve a Föld fél átmérője látszik*. Hipparkhosz mérésének eredménye 1200 földugárnyi naptávolságot adott, ami az *Erasztoszthenész által nyert* 6275 km-es *földugárral* – mai egységekben – 75 300 000 millió km-es Nap–Föld-távolságot jelent. Mi persze tudjuk, hogy hiába maradt fenn ez az érték az újkorig, csak körülbelül fele a valódinak. Kérdezzük, hogy mi lehet a hiba. A kifogástalan elgondolás rajzában részben az jelenthet problémát, hogy az égitestek nem pontszerűek (a méretük nem elhanyagolhatóan kicsi a köztük lévő távolságokhoz képest), továbbá nehéz megállapítani, mikor van az elsötétedés pillanata, melyik helyzet az a görbén, ami a H -hoz tartozik. Aztán valószínű még, hogy az ókori szögmérési eljárás ebben a kicsiny értéktartományban nem volt elég pontos.

A problémát ismerte a rodoszi *Hipparkhosz* (Kr.e. 190 körül – Kr.e. 127 táján) görög csillagász és matematikus is, aki annyival szerencsésebb, hogy kutatási eredményeiből igen sok ránk maradt, főleg azért, mert *Ptolemaiosz Almageszt* című munkájába is bekerültek. Hipparkhosz nevéhez fűződik így az első csillagkatalógus (nyolcszáznál több csillagról, fényességüket osztályozva, ezáltal a csillagok fényrendjének a fogalmát is bevezetve), de ő az első, aki a Föld tengelyének lassú irányváltozását is felfedezte. Számunkra most a legfontosabb a Hold és a Nap Földtől mért távolságának meghatározása (részletesen lásd a már említett keretes írást). A kezdetleges mérőműszerek miatt nem jutott igazán használható eredményre, bár az általa megadott Nap–Föld-távolság, az 1200 földugárnyi érték az újkor elejéig fennmaradt. (Csak megemlítjük, hogy ez az *Erathoszthenész* adta földugárral 75 300 000 km távolságot ad.)

Az előző megállapításból látszik, hogy a Föld jellegzetes méretének milyen fontos szerepe van. Ezért foglaljuk össze idevágó ismereteinket. A Földet a tudomány már *Pitagorasz* (Kr.e. 582 – Kr.e. 500) óta gömbnek tekintette. A gömb sugarának első mérése Eratoszthenész (Kr.e. 275 – Kr.e. 195) nevéhez fűződik. A történet több szempontból is érdekes. A mérés elve: a nyári napforduló napján (június 20. (?) a Nap magassága a horizont felett nem ugyanakkora Alexandriában, mint Sziénében (a mai Asszuánban). Az akkori gondos mérésekből az eltérés $7^\circ 12'$, és ez

3. ábra. Hell Miksa képe, a vardói expedíció idejéből. Jellegetes a lappföldi ruha és a bal felső sarokban az expedíció megfigyelő állomása.



éppen a teljes kör egy ötvened része [2]. Az akkori egyiptomi kataszteri mérések szerint a két város között a távolság 5000 stádium. Ha 1 stádium = 157,1 méter, akkor ez a Föld kerületére 39 425 km-t ad, ami a sugárra 6275 km-t jelent. Mondhatnánk, hogy ez milyen szép eredmény, hiszen a ma elfogadott érték 6372 km, az ókori értéktől az eltérés alig két százalékos. Csakhogy a napforduló nem június 20., hanem 22. (Erre utalt kérdőjelünk.) Továbbá: Alexandria nem ugyanazon a délkörön fekszik, mint Sziéné, hanem 3° -kal nyugatabbra.

A 17. század során újból vizsgálni kezdték ezt a kérdést. Természetesen, most is csak a délkör egy jól kiválasztott részének egy fokra eső hosszát akarták megmérni. *Willebrord Snell van Rojen* (1580–1626), akit – optikai vizsgálatai miatt – jobban ismerünk *Snellius* néven, háromszögelési eljárással kerülte meg azt a problémát, hogy a kiválasztott út nem pontosan egyetlen délkörön fekszik. 1617-ben Alkmaar és Leiden között végrehajtott mérése 3,3%-os hibával zárult (a mai értékhez képest). Az eljárásról *Erathoszthenész Batavus* címen 1617-ben kiadott művében számolt be, itt a címben szereplő „batavus” latin jelző arra utal, hogy latinul Leident Lugdunum Batavorum névvel illették.

A következő lépést e téren *Jean Picard* (1620–1682) csillagász tette, aki a franciaországi Sourdon és Malvoisine közti háromszögelésekkel a Föld sugarát 6372 km-nek mérte. Ez a mai értéket 0,1%-os hibával közelíti meg!

A Nap–Föld-távolság kérdése

De ezután a sikeres mérés után vissza kell térnünk a Nap–Föld-távolság méréséhez. *Edmond Halley* (1656–1742) angol csillagász, aki mellesleg Newton egyik legfontosabb támasza és segítője volt a Royal Societyben, arra a lehetőségre hívta fel a figyelmet 1716-ban [3], hogy a hamarosan bekövetkező csillagászati esemény, a Vénusz átvonulása a Nap korongja előtt, ha alkalmas megfigyelést hajtának végre, lehetővé teszi a Nap–Föld-távolság meghatározását. Ez az esemény sajátos ütemben volna látható: 1631. december 6-án, 1639. december 4-én, csak hogy ezek elmúltak, de majd 122 évvel később, 1761. június 6-án, 1769. június 3-án, s megint 122 év múlva.

Halley természetesen a 18. századi eseményekre kívánt felkészülni. Az 1761-es átvonulás egyetlen használható megfigyelési eredménye *Mihail Vasziljevics Lomonoszovtól* (1711–1765) származik, aki megállapította, hogy *van* a Vénusznak légköre. Az egyetlen 18. századi esemény, amely tényleg kínálkozik, az 1769. évi Vénusz-átvonulás a Nap előtt.

Hell Miksa (3. ábra, a róla szóló keretes írást lásd a következő oldalon) ekkor, 1760-ban kapcsolódik be a kutatásba. Közzéteszi dolgozatát, amelynek címe: *Dissertatio complectens calculos accuratissimos transitus Veneris per discum Solis in tertiam Iunii 1769 praedicti, methodosque varias observationem hanc instituendi* (Értekezés, amely összefoglalja a

legpontosabb számításokat a Vénusz 1769. június 3-ára előre jelzett, a Nap korongja előtti átvonulásáról, és a különböző idevágó, megteendő megfigyelési módszerekről), ami Bécsben jelent meg. Ezzel az „akkori világ” – tehát Európa – csillagászköreiből felhívta magára a figyelmet. Ennek tudható be, hogy VII. Keresztély dán király, aki az akkori Norvégia uralkodója is volt, bécsi követén keresztül kapcsolatba lépett Hell Miksával. P. Pinzger Ferencz megtalálta Koppenhágában az alábbi francia nyelvű levelet, ami Dánia bécsi nagykövetét utasítja Hell felkérésére ([4] 67. old.):

„A király, mint a tudományok kedvelője és védője, ..., tudván, hogy a csillagászok számításai szerint a Vénusz bolygó 1769-ben a Napon(!) át fog haladni, és kívánván, hogy ez az oly fontos átvonulás a csillagászat tökéletesítésére a legnagyobb pontossággal országának északi részén észleltessék, elrendelte, hogy én Excellenciádat azzal bízom meg, hogy saját nevé-

ben óvatosan kutassa ki, vajon P. Hell jezsuita és híres csillagász hajlandó volna-e erre a célra Ő Felsége költségén 1769-ben Wardoehuusba, egy a Jeges-tengerben fekvő helyre utazni [A sziget neve Wardő, mai írásmódunk szerint Vardő, a rajta lévő erődé Wardőhuus/Vardőhus]. Ő Felsége ezt a helyet választotta, mert Európában ez a legészakibb pont az összesek közt, ahol észlelni fognak. Saját csillagászaik közül is küld majd néhányat, de P. Hell hírneve arra a kívánságra indítja, hogy ez a tudós ember azoknak a fejére legyen, és munkájukat vezesse ...”

A követség útján a felkérés eljutott Mária Terézia „kormányához” (hiszen Hell a császárnő alkalmazásában állt) és magához Hellhez is. Hogy a történetet lerövidítsük, Hell megkapta az engedélyt, elvállalta a vardői utat, kiválasztotta munkatársát, Sajnovicsot (a bécsi obszervatóriumban csak úgynevezett „fiatalok” maradtak az expedíció idejére, az *Ephemeridest* Hell távollétében P. Pilgram Antal gondozta).

Hell Miksa

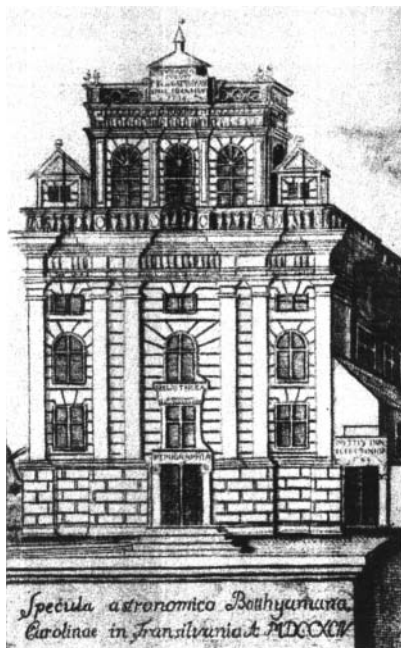
Hell Miksa (Maximilian) 1720. május 15-én született Selmezbányán, ahol apja, Hell (Höll) Máté Kornél (1650–1743) bányagépmester. A minden jel szerint találekony, nagy műszaki adottságokkal megáldott szakember mai fogalmaink szerint inkább gépészmérnök volt. A család német nyelvterületről vándorolt be. Miksa a család 21.(!) gyermekeként született. Johann Sebastian Bach (1658–1750) híresen sok gyermekes családjában – két házasságból – „csak” 20 gyermek született. Miksát 18 éves korában jezsuita pappá szentelték. Tanulmányai befejezésével 1745-ben Lőcsére, majd később Nagyszombatba, végül Kolozsvárra helyezték. Ez idő alatt úgyszólván minden tantárgyat tanított, még történelmet is, de főleg matematikát és csillagászatot. 1755-ben érte az megtiszteltetés, hogy Mária Terézia udvarának illetékes tanácsadója javaslatára kinevezték Bécsbe, az ott épülő csillagvizsgáló igazgatójának és megbízták a Bécsi Egyetem professzoraként a mechanika előadásával. Ezzel hatalmas, ám igencsak küzdelmes lehetőség nyílt meg előtte. Egyrészt Gyulafehérvárott, Egerben, Nagyszombatban és Budán csillagvizsgáló felszerelését intézte (4. ábra, balra). Másfelől elindította az *Ephemerides astronomicae ad meridianum Vindobonensem* (Csillagászati évkönyv Bécs délkörére) című kiadványsorozatot (4. ábra, középen), amely az aktuális csillagászati adattáblázatokon kívül más témákról szóló tanulmányoknak is teret adott. Ebben Hell eleinte főleg saját kutatásainak eredményéről számolt be. Ezek közül számunkra most különösen érdekes a *Vénusz áthaladása a Nap korongja előtt 1761. június 5-én, amit a csillagászok számításai határoztak meg, s amelynek megfigyelési módját Hell Miksa írta le* című értekezés. Talán külön említést érdemel az 1765-ben publikált írása, *Értekezés a Vénusz bolygóról, amit több csillagász is látott, optikai csalódás lenne?*

Ezekkel az írásaival Hell Európa szerte tekintélyt szerzett magának. Amikor – bizonyára Edmond Halley értekezése nyomán – közeledett a Vénusz 1769. évi Nap előtti átvonulása, mint a következő 120 éven belül *nem ismétlődő* jelenség, a dán uralkodó, VII. Keresztély, aki akkoriban norvég király is volt, meghívta Hell Miksát a vardői expedícióra. Szerencsére, az 1767 augusztusában kelt meghívás kellő időt biztosított az expedícióra, az északi 70° felett a norvég szárazföld felső sarkában fekvő szigetre, aminek költségeit a dán uralkodó magára vállalta. Hell és a maga mellé választott Sajnovics János fiatal rendtárs és csillagász ezt az expedíciót sikerrel végrehajtotta. Az expedícióról a cikk fő részében számolunk be.

Hell Miksa nemcsak csillagászati értekezéseket írt. Foglalkozott az akkor különös bécsi divattá vált mágnességgel is. (Az Olvasó bizonyára emlékszik Mozart *Così fan tutte* című operájában is emlegetett magnetizmusra.) 1762-ben Hell cikke nemcsak latinul, hanem németül is megjelent *Anleitung zum nützlichen Gebrauch der künstlichen Stahl-magneten* (Bevezetés a mesterséges vasmágnesek hasznos alkalmazásába) címen (4. ábra, jobbra). De kísérletet tett arra is, hogy a mágnesek gyógyászati alkalmazása terén helyesebb, mérsékeltebb elvárások alakulhassanak ki.

Foglalkozott történelemmel és földrajzzal, ez fiatalkori tanári pályájának terméke. Erről tanúskodik *Tabula geographica Ungariae veteris ex historia Anonimi Belae regi notarii* (A régi Magyarország térképeiről Béla király jegyzőjének, Anonymusnak története alapján) című műve, mely már halála után, 1801-ben Pesten jelent meg [17, 18].

Az *Ephemerides* 1791-ig jelent meg. Hell Miksa 1792. április 14-én hunyt el Bécsben. Sírkövére vésvé többek között ez áll: („... Hell Miksa, magyar ... csillagász ...” [4])

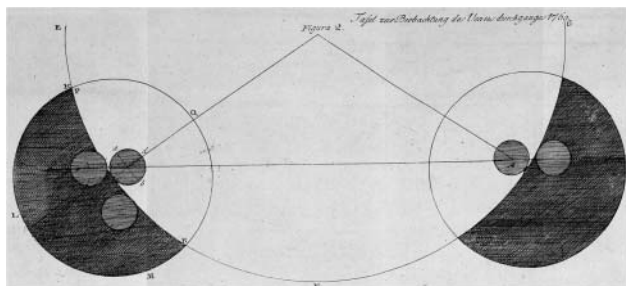


4. ábra. Balra a Gyulafehérvártól alapított csillagvizsgáló. Középen az *Ephemerides* 1791. évre szóló kiadásának címlapja, éppen a nevezetes Hell-expedíció egyik zárójelentése az első cikk 1790-ból. Jobbra Hell Miksa *Bevezetés a mesterséges vasmágnesek ...* című könyvének német nyelvű kiadása.

Térjünk át most a Hell előtt álló problémákra. Hell tudományos szempontból jól felkészült volt a feladatra, az utazás során természetesen mindenféle, a kor mérés-technikai szintjének megfelelő műszerrel el volt látva. Vardőben megfelelő észlelési helyet is kialakítottak és bemértek, felkészültek a nagy eseményre. Tisztában voltak azzal is, hogy a nagy napon milyen meteorológiai problémák adódhatnak.

Hell azt is tudta, hogy az átvonulás megfigyelése során a Nap korongja és a Vénusz sötét, kisebb korongja milyen fedési problémákhoz vezet. A korongok érintkezésében a „cseppképződés” névvel leírt probléma a legizgalmasabb (5. ábra), mert az érintkezés, illetve elválás időpontjának és ezáltal az átvonulás időtartamának meghatározása szempontjából ez jelentős. Ne feledjük, hogy a távcső csillagászati alkalmazása alig 150 éves, a finom észlelés gyakorlott szemet kíván, meg jó meteorológiai körülményeket és persze jó optikai berendezéseket. Mindenesetre a Hell által is részletesen elemzett áthaladási vázlat, amelyen a Nap (képe) elé érkező Vénusz (képe) érintkezése, illetve végül a Vénusznak a Nap korongja elől való távozása látszik, mutatja, hogy még meteorológiai

5. ábra. A Vénusz árnyképének elhelyezkedése a belépés és kilépés időpontja környékén (Hell eredeti rajza).



hatások nélkül is milyen nehéz megállapítani a be- és kilépés időpontját, meg az átvonulási időtartamát. Ráadásul nem az írja a feljegyzést, aki nézi az eseményt a távcsőben (az órák leolvasása ne okozzon időkésést).

A jól választott helynek (Vardő) és a szerencsés lefolyásnak (amit a meteorológia – felhőjárás – nem befolyásolt túlzott mértékben) köszönhetően végül a Nap parallaxisát Hell 8,70" értékűnek mérte. (A 20. században ezt 8,80"-nek találták, így mondhatjuk, hogy az eltérés a Hell-féle adattól $1/87 \approx 1,1\%$.) Ez Hell Miksa legfőbb eredménye. Sajnovics János művében (6. ábra és az utolsó keretezett írás) olvashatjuk, hogy ehhez mekkora Nap–Föld-távolság tartozik. Az adat 20 405 578 német mérföld, amit akkoriban használtak mértékegységekkel fejeztek ki. Minthogy 1 német mérföld az Egyenlítőn mérhető 1 fok egy tizenötöd része, vagyis 7421,5 méter, ez annyit tesz, hogy a Nap–Föld-távolság mai mértékegységgel kifejezve: $d = 20\,405\,578 \times 7421,5 = 151\,439\,997$ km, vagyis – igen jó közelítésben – 150 millió km. Hamarosan sor kerülhetett a többi bolygó távolságadataira.

A Hell-féle mérés utóélete

A Hell-expedíció befejező lépései: a megfigyelő állomás leszerelése, visszautazás Koppenhágába, elszámolás a költségekről és a tudományos értekezések bemutatása a dán akadémián. Hell dolgozatának címe: *Observatio transitus Veneris ante discum Solis die 3 Junii anno 1769 a Wardoebusii* (A Vénusz Napkorong előtt átvonulásának megfigyelése Vardőn). Ez a dolgozat eredetileg Koppenhágában jelent meg (7. ábra). 1772-ben még egyszer visszatért az

Sajnovics János

Hell Miksa vardói útjának legaktívabb csillagász és nyelvész segítőtársa 1733. május 22-én született Tordason. Korán, már 15 éves korától kezdve szorosan kötődött a Jezsuita rendhez.

Tanulmányai végeztével 1758-ban a Bécsi Csillagdába került Hell munkatársaként és így lett kísérője a vardói expedíción. Itt nemcsak a Vénusz megfigyelésével kapcsolatos feladatokból vette ki részét, hanem a lappok nyelvét és néprajzát is tanulmányozta, ebben Hell támogatását is élvezte. Megbizonyosodott a magyar és a lapp nyelv rokonságáról (6. ábra bal oldala). Ennek eredményeiről a *Demonstratio idioma ungarorum et lapponum idem esse* (Annak bizonyítása, hogy a magyarok és a lappok nyelve megegyezik) című tanulmányát a dán akadémián is bemutatta, majd 1770-ben publikálta. Ezzel az összehasonlító nyelvészet egyik előfutára. Megfigyelte, hogy a két nyelv nemcsak szókincsbeli egyezéseket mutat, ha-

nem a ragozás és a szóképzés módjai között is egyezések tapasztalhatók, sőt ezen az alapon megkezdhető a magyar nyelv finn–ugor rokonságának bizonyítása. Későbbi nyelvészeti tevékenységében jelentős mozzanat a *Halotti beszéd és könyörgés* közlése.

Hazatérése után, 1770-ben Budára került, ugyanis ide helyezték át a nagyszombati egyetemet, ahol Sajnovics a matematika tanára volt. A budai csillagvizsgálóban is dolgozott. 1778-ban jelent meg *Idea astronomiae honoribus regiae univervitatis Budensis dicata ...* (A csillagászat alapvető ismertetése, a Budai Királyi Egyetem tiszteletére ajánlva ...) című munkája (6. ábra jobb oldala), amelyet 1993-ban magyar fordításban is kiadtak. Ez a mű természetesen számadatokat is tartalmaz a vardói expedíció során Hell Miksa méréséből nyert Nap–Föld-távolságra vonatkozóan.

1785. május 4-én hunyt el Budán.

expedíció eredményeinek összefoglalásával és kiadta dolgozatát *Dissertatio de parallaxi Solis ex obervationibus transitus Veneris 1769* (Értekezés a Nap parallaxisáról, amit a Vénusz 1769. évi átvonulásából határoztunk meg). Ezekkel az írásokkal nem volt igazán gond – legfeljebb az elterjedésüket befolyásolhatta a politikai élet, például a francia forradalom.

Nem szabadulhatunk azonban azoktól a kicsinyes szempontoktól sem, amit a vardói út alatt – Hell távollétében – a bécsi csillagvizsgálóban maradt fiatalabb kol-

legák és követők képviseltek. Ezek feltárása P. Pinzger Ferencz érdeme. Ő vizsgálta meg és foglalta össze a további történetet is. Rámutatott arra, hogy *C. L. Littrow* édesapja, aki Hellt 1792 után követte a csillagda vezetőjeként „nem ért rá bővebben foglalkozni” Hell hátrahagyott kézírataival. Közben történt, hogy a Jezsuita rendet Ausztriában feloszlatták (1773). A kéziratok sorsa bizonyos értelemben kétségessé vált. Közben átléptünk a 19. századba. Az ifjú Littrow, akinek már bőven tudomása lehetett arról, hogy *J. F. Encke* 1824-ben „rendkí-

6. ábra. Balra: Sajnovics János: *Idea astronomiae ...* című könyvének címlapja, benne szerepelnek például a bolygótávolságok a Naptól, német mérőegységben kifejezve: *Mercurius* 7909184, *Venus* 14768782, *Föld* 20405578, *Mars* 31089278, *Jupiter* 106166564, *Saturnus* 194703104. Jobbra: a magyar és a lapp nyelv rokonságát kutató vizsgálatai eredményeit összefoglaló *Demonstratio idioma ...* egy oldala, rajta rökön szavakkal.

7. ábra. Az *Observatio transitus Veneris ante discum Solis die 3 Junii anno 1769 a Wardoebusii* címlapja, a koppenhágai kiadással megegyező bécsi kiadás, amint a címlapon olvasható.



| | Lapponice | Ungarice |
|--|-----------|----------|
| 284. Aalon-dafte. Compoſitum ex dafte, os offis, & Aalon. Significat Lapponibus <i>maxillam</i> . Ungaris áll, eft <i>maxilla</i> , mentum. | Alon. | Áll. |
| 319. Bouvs. ex obf. 3. & ex ſcribitur Bauſz Lapponibus ſignificat <i>Labium</i> . Ungari quidem <i>labium</i> vocant Ajak. Séd <i>Bjffnar</i> iisdem vocatur Bauſz. | Bauſz. | Bauſz. |
| 650. Zhiabme. ex pronuntiatione Lapponum ſcribi poſſeſt Salme, vel Szeme. Significatque <i>oculum</i> . Ungari <i>oculum</i> vocant Szem. Fenni vero Szilme. Eſthii Szim. Carellii cum Ungaris Szem. | Szemme. | Szem. |
| 189. Giet. ex obf. VIII. Kiet. ſignificat <i>nummum</i> . Eſthii Kázi. Fenni Keſzi. Carellii vero Kez, & Ungari Kéz dicunt. | Kiet. | Kéz. |
| 12. Garniel. ex obf. 8. & VIII. Karnyel. Lapponibus ſignificat <i>cubium</i> . Ungaris Karnyel. eft compoſitum ex Kar <i>bracium</i> , & nyil quafi <i>bracii apertura</i> . Interea Ungari <i>cubium</i> quoque dicunt Kar. | Karnyel. | Karnyel. |
| 356. Nikke. Lappones vocant <i>ceruicem</i> : <i>Collum</i> Ungaris dicitur Nyak. | Nikke. | Nyak. |
| Nauvgos. ex obf. VIII. Nauvgos. Significat Lapponibus <i>conſummationem</i> , <i>pervicacem</i> . Idem Ungaris Nyakos. | Nauvgos. | Nyakos. |
| 62. Micelg. ex obf. II. ſcribi debet Mely. Lapponibus ſignificat <i>pedus</i> . Ungaris Mely <i>pedus</i> dicitur. | Mely. | Mely. |



vül pontosan” [5] meg tudta mérni a Nap parallaxisát (eredménye 8,573", a Nap–Föld-távolság így 153,450 millió km), a Hell-féle naplóval szemben sok kifogást emelt. Eltekintve attól, hogy a Hell és Sajnovics meteorológiai és földrajzi feljegyzéseit kifogásolta – az *Ephemerides* köteteit talán nem is ismerte (!), Hell egyéb írásait valószínűleg szintén nem – és végül jó pár évtizeddel későbbi állapot túlértékelő hevületében ítélte meg és ítélte el az eredményeket. Például azt kifogásolta Hell vardői naplójában, hogy mintha „átírták volna” a mérési adatokat. Arról persze nem volt nála szó, hogy Encke „világra szólóan pontos” eredményeiben a hiba elemzése ugyan elsőrangú, de maguk az induló értékek pontatlanok.

Hell elismerésében a döntő fordulat *Simon Newcomb* (1835–1909) amerikai csillagász jóvoltából történt [6, 7]. Newcomb már a 19. század nyolcvanas éveiben hatalmas programot indított az asztronómiai mérési adatok és értelmezésük kritikai összegyűjtése érdekében. Személyét a fizikusok onnan ismerhetik, hogy a Merkúr perihélium-eltolódásának más ismert okokra vissza nem vezethető maradékát *Karl Schwarzschild* (1873–1916) éppen az ő táblázataiban találta meg és ezzel *Einstein* általános relativitáselméletének egyik első megfigyelési bizonyítékára bukkant. Newcomb éppen a Nap parallaxisának értékét kereste és ezért Bécsbe látogatott (1883), hogy megtekinthesse a Hell-féle naplókat. Ezeket megtalálta, átnézte és megállapította, hogy a kéziratokon lévő javítások az első írás megszáradása előtt történtek, bizonyára azért, hogy a nyomda jól olvashassa – Littrow által emlegetett „más színű tintával történt javításokat” nem talált. A bécsi csillagász kollégákkal beszélgetve Newcomb megtudta azt is, hogy Littrow ilyeneket nem is vett volna észre, mert „színtévesztő volt, annyira, hogy a sárga Arcturust nem tudta megkülönböztetni a fehér csillagoktól” (idézi *iff. Bartha Lajos* [8]). Így Newcomb szabadította meg Hell Miksát a több évtizede rákent rágalmaktól.

A Nap–Föld-távolság mérésének utóélete

Így tehát 1883 óta teljes joggal állapíthatjuk meg, hogy a Nap–Föld-távolságot Hell Miksa mérte meg, először kapva helyes eredményt. A Hell-féle mérés és a *James Cook* kapitány által Tahiti szigetén végzett mérések összevetéséből a Nap parallaxisa 8,70", a földmérők által meghatározott fűldsugár (mai értékekben kifejezve) $R = 6378,1$ km. Ezzel a parallaxisnak a perigeumra redukált értékéből kapjuk a

$$d = 151,439.997 \text{ km}$$

Nap–Föld-távolságot. Ez, mint láttuk, csaknem kétszerese a Hipparkhosz-féle adatnak. Egyben igazolódott az is, hogy helyes az

$$\frac{R}{d} = \sin \pi_0$$

képlet, ami Arisztarkhosz öröksége. Csak a parallaxis *kicsínysége* miatt a szinuszfüggvény értéke közelítő-

leg egyenlő az argumentumával, ha azt fokok, percek és másodpercek helyett radiánban fejezzük ki. Ebből adódik a számfaktor a képletben:

$$d = 206\,264,8 \frac{R}{\pi_0}$$

A Hell-féle alapvető mérési adat birtokában például a Kepler harmadik törvényében – amely az azonos vonzócentrum körül keringő bolygókról szól – most már lehetővé válik, hogy az aránypár felhasználásával ki lehet *számítani* a többi bolygó távolságát is. Érdekes lehet a Sajnovics könyvéből idézni az első eredményeket (6. ábra).

De, ha a Kepler-mozgás pályaegyenletét megnézzük (a Newton-féle mozgásegyenletből levezetve), kapjuk, hogy a vezérsugár

$$r = \frac{p}{1_n + \varepsilon \cos(\varphi - \varphi_0)}$$

alakú ellipszist követ az r , φ síkbeli polárkoordináta-rendszerben felírva, ahol

$$p = \frac{b}{\gamma M} \quad \text{és} \quad \varepsilon = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{2 E b^2}{(\gamma M)^2} - 1}$$

adódik a p paraméterre és az ε numerikus excentricitásra. Itt b az impulzusnyomaték állandója, E pedig az energia állandója, M a Nap tömege, γ a gravitációs állandó. A pálya alakját, tehát az r és a φ közti kapcsolatot a csillagászati megfigyelésekből tapasztalati úton tudjuk, a b és az E az egyes bolygókra vonatkozó mozgásállandó, de amit még nem igazán tudunk, az a Nap tömege. Amit pedig a γ -ról tudunk, azt Newton állapította meg. Ő ugyanis azt mondta, hogy a Föld felszínén a súlyerő (most nem forgó Földről legyen szó) merőleges a felszínre és

$$F_r = -g m,$$

amit a gravitációnak tulajdonítunk, akkor

$$g = \frac{\gamma M_f}{R_f^2},$$

itt M_f a Föld tömege, R_f a Föld sugara. A g nagyszerűen ismert (szabadesés „nehézségi gyorsulása”). Ez adná a hidat a γ -hoz, de a γ mellett „sajnos” szerepel még a Föld tömege is.

Ezek voltak azok az okok, amelyek *Henry Cavendish* (1731–1810) angol kutatót arra indították, hogy precíziós méréseivel a γ együtthatót meghatározza. Ezért nagyon érzékeny torziós ingát készített, amire függőleges szálon vízszintesen, gondosan kiegyensúlyozott, gömb alakú tömegeket függesztett és azt mérte, hogy egy vizsgáló gömb (amelynek tömegét is megmérte) milyen erővel vonzza a többi. Ezekből a kísérleteiből származik a γ mérési eredménye (1798).



8. ábra. Balra a Hold részlete, a 33 km átmérőjű Hell-kráter a déli szélesség 32,4 és a nyugati hosszúság 7,8°-án található. Jobbra Hell Miksa születésének 250. évfordulójára kiadott cseh-szlovák bélyegen.

(Felhívjuk az Olvasó figyelmét, hogy a Cavendish-kísérlet igen részletes leírása megtalálható *Kovács László* közelmúltban megjelent, Cavendish halálának 200. évfordulójára írt cikkében [9].)

Az állandó mai értéke

$$\gamma = (6,6720 \pm 0,0041) \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}.$$

Ezzel a méréssel kiegészítve a bolygómozgás mechanikai elvi képe lényegében kiszíneződött. A „lényegében” arra utal, hogy áttekintésünk az „egytest probléma” keretén belül készült (a nagyon nehéz Nap körül egy bolygót vizsgálunk, miközben a többi bolygó hatása a kiszemeltre elhanyagolható). Úgyszólván azonnal megkezdődött az ismert bolygók adatainak megállapítása, majd megnyílt az út az új bolygók (például az Uránusz felfedezése 1781-ben, *William Herschel*) felé.

S most egy kicsit az irodalomról

E sorok írója számára Hell Miksa nagyon fontos személyiség, részben azért, mert a Mária Terézia uralkodása alatti és azt szorosán követő időkben egyike volt a világra szólóan nagyot alkotó személyiségeknek. – E „társaságba” tartozott még *Kempelen Farkas*, *Makó Pál* és *Segner János*. Ők voltak azok, akiknek hazai tevékenysége messze túlmutatott az ország és a Birodalom határain. Ők igazán világra szólót kezdtek meg a tudományban. S nem az ő hibájuk, hogy a későbbiekben – egy ideig – mintha kevesebbet szóltak volna a magyarok!

Ami Hell Miksát illeti, szomorúan állapítjuk meg, hogy az 1983-as keltezésű mű szerzője, *Kosáry Domokos* az egyetlen történész, aki jelentőségéhez mérten méltón tárgyalja a magyar csillagász szerepét [10]. Nem tartjuk véletlennek, hogy az ifjú *Bartha Lajos csillagász* 1969-ben méltó cikket írt Hellről [8]. Az sem véletlen, hogy *M. Zemplén Jolán* 1964-ben megjelent

A magyarországi fizika története a XVIII. században [11] megfelelő teret ad Hell Miksa alkotásainak.

Különösnek tartjuk, hogy a *Csillagászat* című nagy (867 oldalas) kézikönyv – amelyet *Marik Miklós* szerkesztett [12] és amelyben az első fejezetet is ő írta, a másodikat pedig *Érdi Bálint* – egyáltalán nem említi, nem is hivatkozik Hell Miksára. No jó, hiszen magunk is bemutattuk, hogy Hell alkotását mintegy évszázadnyi közöny, illetve áskálódás fogadta Newcomb közbelépéséig. De az ezt követő időkben a 20. században hogyan lehetett akkor, hogy az IAU, a Nemzetközi Csillagászati Unió a Nap

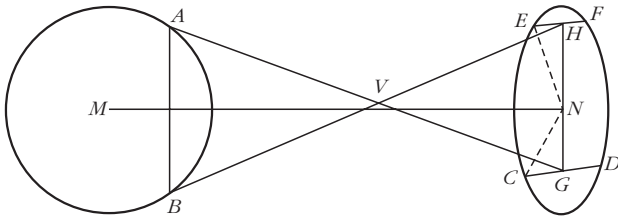
parallaxismérésének kétszázadik évfordulóján Hell érdemeinek elismeréseként a Holdon a Deslandres-kráterben lévő 33 km átmérőjű krátert róla nevezzen el (8. ábra, balra). Azt már nem is kérdezzük, hogy miért csak a cseh-szlovák bélyegkiadás emlékezett meg Hell Miksáról (8. ábra, jobbra)!? Válaszról nem tudunk, de egy vigaszunk van: 1997-ben a Magyar Csillagászati Egyesület kiadta *Csaba György Gábor* összeállítását *A csillagász Hell Miksa írásai* címen [13], bizonyára azért, mert érezte Hell alkotása jelentőségét. Ahogyan a maguk sajátos eszközeivel érezték ezt (ifj.) *Gazda István* és *Marik Miklós* 1982-ben a *Csillagásztörténeti ABC* kiadásakor [14], vagy *Kelemen János*, aki *A magyar csillagászat rövid története* című tanulmányával egészítette ki *Charles A. Whitney A tejútrendszer felfedezése* című könyvét [15]. *Peter Francis: A bolygók* című áttekintő művében viszont csak a fordító, *Guman István* jóvoltából egy rövidke lábjegyzet formájában történik említés Hellről [16].

Függelék

A Nap–Föld-távolság közelítő kiszámításáról

A Nap parallaxisszögének ókori eredetű kiszámítása természetesen nem rossz, csak azt tapasztaltuk, hogy a mérési eljárás számára meglehetősen körülményes és egyetlen megfigyelő esetén természetesen nehézsé teszi az eljárást.

Az, hogy most említjük meg *Pinzger Ferencz* által egyszerűen csak vezetéknevvvel illetett *Günther* eljárását, akit bizonyára ugyanez a probléma izgathatott, annak oka az alábbi. Egyfelől Hell *idejében* – amint látni fogjuk, ez az igazából egyszerű számítás, ami az aránypárokra és a Pitagorász-tételre alapul – nem volt olyan újdonság, hogy a drága nyomdafestéket és papírt a kiadáskor erre pazarolják. Másfelől – és valljuk be, valóban – az „elemi” számításoknál sokkal fontosabb *elvi* problémákkal kellett megküzdeni a



9. ábra. Vázlat a Nap parallaxisméréséről két földi megfigyelő esetén.

csillagász szerzőnek. Az a benyomásunk, hogy csak az igazán matematikus szerzőknek vannak ez idő tájt matematikai képletekkel teli oldalai és kötetei, így például *Lagrange*-nak és *Euler*-nek. Ez vezethette Prinzger tollát, amikor Günther számítását annak művéből, a *Grundlehren der mathematischen Geographie* 6. kiadásának 59. oldalától kezdve követte és a Hell-problémához csatolta. Ezt követjük mi is.

Kiindulópontunk (9. ábra) az, hogy a Földön két alkalmas, tehát aránylag pólusközeli megfigyelőállomás – melyek távolsága ismert –, *A* és *B* egyszerre végzi a *V* Vénusz *N* középpontú napkorong előtti átvonulása megfigyelését. Fő kikötés, hogy *A* és *B* azonos délkörön fekvődjenek. Az *M* és *N* pontokat összekötő egyenesre merőleges az *AB* egyenes. Az *A* megfigyelő szerint belépéskor a Vénusz árnyképe a Napon a *C* pont, és az átvonulás során a Vénusz képe a *D*-be megy. Ugyanezt a *B* megfigyelő úgy látja, hogy az árnykép az *E*-nél lép be a Nap elé és *F*-nél lép ki onnan. Az *N* középponton át az *AB* egyenessel párhuzamost húzunk, ez az *EF* egyenest a *H* pontban, a *CD* egyenest a *G* pontban metszi. Rajzoljuk meg még az *AG* és a *BH* egyeneseket is. Így nyerünk két háromszöget: ez a $\triangle BAV_\Delta$ és a $\triangle GHV_\Delta$. Ez a két háromszög hasonló, fennáll tehát, hogy a megfelelő oldalai, az *AV* és a *GV*, illetve az *AB* és a *GH*, ugyanúgy aránylanak egymáshoz:

$$\frac{AV}{GV} = \frac{AB}{GH}.$$

Ezt az egyenletet most átalakítjuk. Mindkét oldalához az egységet hozzáadjuk, csakhogy az egységet az

$$1 = \frac{AV}{AV} = \frac{AB}{AB}$$

alakban, az első alakot a bal oldalhoz, a másodikat a jobb oldalhoz. Ezáltal adódik, hogy

$$\frac{AV + GV}{AV} = \frac{AB + GH}{AB}.$$

Örömünkre szolgál, hogy $(AV + GV)$ értéke éppen a keresett Nap–Föld-távolság más adatokkal kifejezve. Emlékezzünk azért arra, hogy ez az állítás csak közelítő jellegű, hiszen az $(AV + GV)$ egyenes nem az *MN* egyenessel párhuzamos, hanem köztük van a napparallaxis mégoly kicsiny szögének kétszerese!

A Nap–Föld-távolság megállapítása a probléma, amit nem árt hangsúlyozni időnként. A Kepler-törvényből megkapható a Nap körül keringő bolygók távolságainak aránya. Az abszolút mérőszám nem, mert az arány ismeretlen nagyságú tényezőket tartalmaz! Elkerülhe-

tetlen, hogy legalább egyet megmérjünk a bolygótávolságok közül (ez lesz a Hell-program), vagy pedig meghatározzuk az állandókat. (Ebben a tekintetben is értékelhetjük majd H. Cavendish eljárását.)

Ha most, amikor a Hell-programhoz visszatérünk, még a publikációtechnikai megjegyzést tesszük – csak kiegészítjük a matematikai komplikációkra és azok publikációjára vonatkozó előbbi megjegyzésünket. Az alábbi feladat matematikailag nem bonyolult. Ezért nem tolult szemünkbe, hogy Hell maga ezzel a szükségessé – a végeredmény alkalmazásánál – többet foglalkozott volna!

Tehát: visszatérve az $(AV + GV)$ kifejezést tartalmazó összefüggésre, látjuk, hogy a következő lépés a *GH* hosszának meghatározása. Ezért meg kell mérni, mennyi idő alatt halad át a Vénusz (képe) a Nap korongja előtt. Ehhez feltesszük, hogy a Vénusz egyenletesen mozog pályáján, ami bizony közelítés, de (nyugodt lelkiismerettel) alkalmazzuk az átvonulás rövid idejére. Ezért, ha a *CD* egyenes befutási időtartamát t_1 , az *EF* egyenesét t_2 jelöli, a Vénusz keringési idejét pedig *T*, akkor az ívmértékben kifejezett hosszúságok:

$$b_1 = 360 \frac{t_1}{T}, \text{ illetve } b_2 = 360 \frac{t_2}{T}.$$

Szükség van még a Nap korongjának *R* sugarára, ez a *CN*, illetve az *EN* távolság. A $\triangle CGN_\Delta$ és az $\triangle ENH_\Delta$ egy-egy derékszögű háromszög, a rájuk felírt Pitagorász-tételek alapján kapjuk hogy a $GN + NH = GH$ távolság nagysága:

$$GH = \sqrt{R^2 - \frac{1}{4} b_1^2} \pm \sqrt{R^2 - \frac{1}{4} b_2^2}.$$

Természetesen itt a pozitív előjelet kell venni, mert a két út az *N* pont két különböző oldalán fekszik. Most már megállapíthatjuk, hogy a t_1 , t_2 és *R* mérése után az

$$\frac{AV + GV}{AV} + \frac{AB + GH}{AB}$$

egyenlet jobb oldalán csak ismert adatok szerepelnek, a bal oldalon *GV* a Vénusz Naptól mért távolsága. Átrendezve az

$$AV = GV \left(\frac{AB}{AB + GH} - 1 \right)$$

kifejezést kapjuk, ahol az egyetlen ismeretlen már csak az *AV*.

◆

A szerző ezúton is szeretné kifejezni hálás köszönetét Mag Gabriella (könyvtáros) és Faragóné Szombathegyi Katalin kolléganőinek, hiszen aktív közreműködésük nélkül ez a munka aligha született volna meg.

Irodalom

1. I. Newton: *Principia mathematica philosophiæ naturalis*. London, 1687. Az érdeklődő olvasókat következő szemelvényes magyar nyelvű kiadást ajánljuk: *Newton válogatott írásai* (Válogatta és szerkesztette Szegedi P.) Typotex, Budapest, 2003, (különösen a 96–119. oldalak).

2. Ill M.: A földi gravitációs tér meghatározása a mesterséges holdak alkalmazásával. In: *Fizika 1975* (szerkesztette Abonyi Iván) Gondolat, Budapest, 1975, 123.
3. E. Halley: A New Method of Determining the Parallax of the Sun or his Distance from the Earth. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 1716.
4. P. Pinzger F. S. J.: *Hell Miksa emlékezete, születésének kétszázadik évfordulójára, különös tekintettel a vardói útjára*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1920.
5. C. L. Littrow: *P. Hell's Reise nach Wardoe bei Lappland und seine Beobachtung des Venus-Durchganges in Jahre 1769*. Wien, 1835.
6. S. Newcomb: *Reminiscence of an Astronomer*. London, 1903.
7. S. Newcomb: Sidelights on Astronomy. in: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, London 1883, 376.
8. Ifj. Bartha L.: Hell Miksa és a csillagászati egység kérdése. In: *Csillagászati Évkönyv 1969*. Gondolat, Budapest, 1969, 146.
9. Kovács L.: Henry Cavendish, a kísérletező ember. *Fizikai Szemle 60* (2010) 167–173.
10. Kosáry D.: *Művelődés a XVIII. századi Magyarországon*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
11. M. Zemplén J.: *A magyarországi fizika története a XVIII. században*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.
12. Marik M. (szerk.): *Csillagászat*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989. Különösen Marik M.: Szférikus csillagászat, a 93. old; és Érdi B.: Égi mechanika, a 232. old. és kk.
13. Csaba Gy. G.: *A csillagász Hell Miksa írásaiból* Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 1997.
14. ifj. Gazda I., Marik M.: *Csillagásztörténeti ABC*. Gondolat, Budapest, 1982.
15. Kelemen J.: A magyar csillagászat rövid története. In: C. A. Whitney: *A Tejútrendszer felfedezése*. Gondolat, Budapest, 1978, 243.
16. P. Francis: *A bolygók*. Gondolat, Budapest, 1988, 177.
17. Vargha D.-né, ifj. Bartha L.: Hell Miksa. In: *Magyarok a természettudomány és a technika történetében*. (főszerk.: Nagy F.) Országos Műszaki és Információs Központ és Könyvtár, Budapest, 1992. 204.
18. Hell Miksa címszó: http://hu.wikipedia.org/wiki/Hell_Miksa

A SZEGEDI CSILLAGVIZSGÁLÓ

Szatmáry Károly
Szegedi Tudományegyetem,
Kísérleti Fizikai Tanszék

A Szegedi Tudományegyetem (akkor még József Attila Tudományegyetem) 1990 nyarán a csillagászat iránt érdeklődő *Csákány Béla* matematikaprofesszor, akkori rektor kezdeményezésére 500 000 Ft alaptőkével létrehozta a Szegedi Csillagvizsgáló Alapítványt. Akkoriban, a rendszerváltás után születtek az első alapítványok. A kitűzött cél az volt, hogy felépítsünk egy obszervatóriumot, és elhelyezzük benne az 1985-ben az Odesszai Egyetemtől műszeres keretében kapott 40 cm-es főtükör-átmérőjű, Cassegrain típusú távcsövünket, melyet ideiglenesen a Bajai Obszervatóriumban működtettünk.

Megkezdődött a pénz gyűjtése. Sikerült támogatást szerezni az Oktatási Minisztériumtól, és szponzorok kitartó, személyes megkeresése után számos szegedi vállalat, cég adott anyagi segítséget vagy ajánlott fel anyagot és munkavégzést. 1991-re összegyűlt 3,5 millió Ft, és még abban az évben az alapítvány szervezésében felépült a csillagvizsgálónk Újszegeden, a Kertész utcában, a Fűvészkert sarkából lekerített kis területen. Az akkori fizikushallgatók és oktatóik is kivették a részüket a munkálatokból.

A felső szinten 5 méter átmérőjű, henger alakú a távcső helyisége. A félgömb alakú hagyományos kupola helyett kétoldalra szétoltható tető készült. Ez sokkal olcsóbb, nem kell forgatni, és kinyitása után gyorsan kiegyenlítődik a hőmérséklet a környezettel (1. ábra). A körülbelül 700 kg tömegű távcső az épülettől független vasbeton oszlopra került. A 40 cm-es távcsövet azóta kétszer teljesen átalakítottuk, mára csak a főtükör és az oszlop egy része az eredeti. Képei

megtekinthetők a <http://astro.u-szeged.hu> honlapunkon a Csillagvizsgáló gombnál.

Az épület kissé szokatlan, trapéz alapú, lépcsőzetes lapos tetővel. Utóbbi azután sok gondot okozott, az alatta lévő előadóterem beázott, és nem volt hely a kisebb távcsöveknek. Tervet készítettünk a régi fölé kerülő új födém kialakítására. Két legyet ütöttünk egy csapásra: megszüntettük a beázást, és a lépcsőzetes tető helyett egy nagy, sík tetőteraszt hoztunk létre, amelyen a kisebb távcsövekkel való bemutatás akár 30–40 fő részére is kényelmessé vált (2. ábra). Sikerült egy nagyon lelkiismeretes és jól dolgozó kőművest találnunk, aki 2006 novemberében munkatársaival 3 hét alatt elvégezte a munkát. A teljes átépítés 2,5 millió Ft-os költségéből az egyetem rektora biztosított 2 milliót, a többit a Kísérleti Fizikai Tanszék állta. A nagy észlelőteraszt vaskorlással vetjük körbe a tanszék műhelyének dolgozói segítségével. A faléceket a csillagászok saját kezűleg szerelték fel. A fölüjtás képei megtekinthetők a honlapunkon. Ugyanott lehet olvasni a 2 évenkénti beszámolókat tevékenységünkről (ezek a *Meteor csillagászati évkönyvekben* is megjelentek). A képgalériák pedig a <http://szeged.mcse.hu> címen találhatóak. 2007-ben ön-

1. ábra. A csillagvizsgáló 1992-ben, a megnyitáskor.

