

# A KOPERNIKUSZI FORDULAT FÉL ÉVEZRED TÁVLATÁBAN



szerkesztette:

Laki János, Székely László

L'Harmattan

KÖNYVPONT

A KOPERNIKUSZI FORDULAT  
FÉL ÉVEZRED TÁVLATÁBAN



# A KOPERNIKUSZI FORDULAT FÉL ÉVEZRED TÁVLATÁBAN

---

Szerkesztette:

*Laki János és Székely László*

A kötet ténylegesen 2017-  
ben jelent meg!



Budapest, 2016

A kötet megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatta.



© Könyvpont Kiadó, 2016  
© Szerkesztők és szerzők, 2016

ISBN 978-963-414-226-3

A kiadásért felel Gyenes Ádám

A kötet megrendelhető,  
illetve kedvezménnyel megvásárolható:

L'Harmattan Könyvesbolt  
1053 Budapest, Kossuth L. u. 14–16.  
Tel.: (+36-1) 267-59-79  
szerkesztoseg@harmattan.hu  
www.harmattan.hu

Párbeszéd Könyvesbolt  
1085 Budapest, Horánszky u. 20.  
Tel.: (+36-1) 445-2775  
parbeszedkonyvesbolt@gmail.com  
www.konyveslap.hu

A 75 éves Fehér Mártának



# Tartalom

A „Commentariolus” és a kopernikuszi fordulat az európai gondolkodás történetében	9
FEHÉR MÁRTA Az újrendezett kozmosz	13
ZSOLDOS ENDRE Kopernikusz előtt: bolygómozgás a középkori Európában és Magyarországon	35
KUTROVÁTZ GÁBOR Kopernikusz érvei a heliocentrikus hipotézis mellett	67
FARKAS GÁBOR FARKAS Kopernikusz és az olvasók	95
ZEMPLÉN GÁBOR Hogyan lett a mesteremberből forradalmár? Kevert matematika Kopernikusz Commentariolusától Newton Optikájáig	119
SZÉKELY LÁSZLÓ A kopernikuszi fordulat radikalizációja Giordano Bruno kozmológiájában	139
LAKI JÁNOS Szemünk által homályosan: Galilei moziba viszi kortársait	183



Függelék:	
II. János Pál pápa a Galilei-ügyről	211
II. János Pál pápa beszéde 1992. október 31-én a Pápai Tudományos Akadémián	213
A kötet szerzői	220

# A „Commentariolus” és a kopernikuszi fordulat az európai gondolkodás történetében

A kopernikuszi fordulatot általában az 1543-as évhez kötjük, amikor is Kopernikusz korszakalkotó műve a *De revolutionibus orbium coelestium* (Az égi szférák körforgásairól) Nürnbergben megjelent. Valójában azonban a lengyel tudósban a Nap-középpontú rendszer eszméje már három évtizeddel korábban megfogalmazódott, és azt nyilvánosságra is hozta egy rövid, levél formájú tanulmányban, melynek később Tycho de Brahe a *Commentariolus* (kicsi kommentár) címet adta. A művet a kortársak kéziratos másolatokban terjesztették, és a részleteiben kidolgozott rendszert tartalmazó nagy mű megjelenése után is sokan használták még szerte Európában mint a kopernikuszi rendszer tömör összefoglalását. Ezért annak ellenére, hogy az csupán első vázlatát tartalmazza a későbbi elméletnek, alkalmas volt arra, hogy Kopernikusz Nap-középpontú világrendszerét már jóval 1543 előtt széles körben ismertté tegye. Ez pedig alapvető szerepet játszott abban, hogy a *De revolutionibus* megjelenhetett: mint ismeretes, a lengyel mester vonakodott a mű kiadásától, és többek között éppen a *Commentariolus* alapján biztatták erre tisztelői. A mű nürnbergi kiadását megszervező neves matematikus, az utolsó éveiben Magyarországon, Kassán élő és ott elhalálozó Rheticus,<sup>1</sup> kifejezetten azért kereste föl a tudományos világ centrumaitól elvonultan élő mestert, mert tudott Nap-középpontú rendszeréről, és közelebbről szeretne volna megismerni azt. A *Commentariolus* tehát nem hagyható ki a kopernikuszi rendszer recepciótörténetéből, és a rendszer eszméjének fogantatásáról is információval szolgál: bár keletkezési ideje pontosan megállapíthatatlan, egy 1514-es magánkönyvtári leltárban már szerepel leírása. Így az első olyan írásos adat, mely Kopernikusz Nap-középpontú rendszeréről tudósít, 2014-ben volt ötszáz éves.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Vö. Zathej (1972): 20.; Szabó (2004); Farkas (2011): 173., 679. jegyzet. A *De revolutionibus* eredeti, Kopernikusz saját kézzel írt szövegét Rheticus révén egy ideig Kassán őrizték. (Zathej [1972]: 20.)

<sup>2</sup> Pl. Rosen (1985).

A népszerűsítő irodalom és a köztudat Kopernikuszhoz a modern tudományok kezdetét köti, aki – így a tudományt népszerűsítő művek – a „sötét középkor”-t követően kiemelte az emberiséget a tudatlanságból, és fölismerve, hogy a Föld csupán a mozdulatlan Nap körül keringő bolygók egyike, megszabadította az emberiséget egy sok évezredes tévképzettől. E megközelítés szerint Kopernikusz a gondolkodástörténet nagy forradalmára, akit olykor úgy jelenítenek meg, mint aki a Föld középponti helyével kapcsolatos „tévképzet” megdöntésével együtt az emberiség vallás alóli tudományos fölszabadításának is kezdeményezője. Bár ez az utóbbi elképzelés alapvetően a francia fölvilágosodás materialista–ateista irányzatához kötődik, azóta is erőteljesen hat a természettudományos ateizmus képviselőinek körében.

Csakhogy ez az utóbbi kép oly mértékben torz és hamis – és ennyiben a tudományokra való hivatkozása ellenére kifejezetten „áltudományos” –, hogy itt szót sem érdemel. Viszont a Kopernikuszról kialakított népszerű elképzelés ettől eltekintve is leegyszerűsített. Így Kopernikusz egyáltalában nem a modern tudomány jegyében gondolkodott, nem annak módszertanát, ismeretelméletét és világképét követte: a Nap és a Föld helycseréjéhez vezető megfontolásait az ókori görögök befolyásolták. Így egy olyan püthagoreus–platonista eszme – konkrétan az égitestek tökéletes körpályán való tökéletesen egyenletes mozgásának tézise – alapján helyezte a Napot a bolygórendszer középpontjához közel eső, mozdulatlan pozícióba, amely eszmét ugyanaz a populáris irodalom, amely Kopernikuszt a „valódi”, az „igazi” tudomány megteremtőjeként méltatja, káros, a tudományos haladást akadályozó dogmának tekint. De a kopernikuszi rendszer tudományos része, a bolygómozgások matematikailag kidolgozott elmélete sem Kopernikusz találmánya volt: Kopernikusz elmélete e tekintetben a görög matematikai csillagászatnak azt a tökéletes körpályákkal – deferensekkel, epiciklusokkal és excenterekkel – dolgozó módszertanát viszi tovább, amely már márkanosan jelen van Hipparkhosznál, s amely Ptolemaiosz nagyszabású művében, a *Szüntaxisz*-ban (vagy arab nevéen „A legnagyobb”-ban, az *Almagest*-ben) öröklődött át a Kopernikusz-kori csillagászatba. Kopernikusz tudományos képzettségében meghatározó szerepe volt Ptolemaiosz Föld-középpontú rendszerének; annak keretében vizsgálta a bolygómozgásokat és jutott arra a következtetésre, hogy nem a Nap kering a Föld körül, hanem megfordítva. Ennek megfelelően új rendszerét is annak módszertanával építette föl: bár kulturálisan az a gondolat, hogy a Föld csak egy bolygó, amely a nyugvó Nap körül kering – szemben a gö-

rög korszakkal, amikor a püthagoreusok a Földet már szintén mozgó bolygónak tekintették –, akkor megrázó hatású volt, Kopernikusz rendszere valójában nem a ptolemaioszi rendszer elvetésével, hanem annak reformjával jött létre. „Meszsziről nézve” Kopernikusz kozmosza Ptolemaioszéhoz hasonló: köröknek hasonló logika alapján fölépített, hasonlóan működő rendszere, amelyben a bolygók is hasonló módon keringenek pályájukon, csak immár nem a bolygóvá vált Föld, hanem a Nap körül. De másik irányból szintén hamis az az Arthur Koestler által sugallt kép is, mely szerint a körpályatézishez – Koestler jellemzésével „Platón poszthipnotikus szuggesztiójá”-hoz – való ragaszkodás másfél évezredre megbénította volna a csillagászat fejlődését.<sup>3</sup> Koestler reprodukciójával szemben a körpályaeszmének forradalmi szerepe volt a görög matematikai csillagászatban, hiszen ez tette lehetővé a matematikailag pontos kozmosz eszméjének megszületését. Ptolemaiosz rendszere nem szellemi torzszülemény volt, amely akadályozta volna a tudományos haladást, hanem éppen ellenkezőleg: az e haladást elősegítő, jól végiggondolt tudományos elmélet. Kepler ellipszisei nem isteni szikraként pattantak ki a német csillagász fejéből, hanem éppen Kopernikusz körpályáinak tanulmányozása során születtek meg, amely utóbbiak viszont Ptolemaioszon alapultak, így a kepleri törvények, majd az ezek alapján megszülető newtoni elmélet nehezen volna elképzelhető a görög körpályaeszmén alapuló ptolemaioszi és kopernikuszi rendszerek mint előzmények nélkül. A valódi tudományos teljesítmény nem a semmiből jövő megvilágosodásban áll, hanem az átöröklött hagyomány sok munkát igénylő, értő elsajátításában és alkotó alkalmazásában, megújításában. A múltból jövő elemek Kopernikusznál sem korlátok, hanem az alkotó tudományos teljesítmény előfeltételei: művének igazi értéke éppen az, hogy a hagyományra építve, azt alkotó módon megújítva hozott létre egy olyan új elméletet, amely a csillagászatot – és általa egyben a világhoz való egész viszonyunkat – alapvetően megváltoztatta. Méltán mondhatjuk, hogy a kopernikuszi fordulat nélkül ma más világban élnénk. S ezért van nagy jelentősége annak, hogy Simonyi Károly *A fizika kultúrtörténete* című művében szakít a most bírált leegyszerűsített Kopernikusz-képekkel, és a lengyel gondolkodót „múltba néző forradalmár”-ként jellemzi.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Koestler (2007): 85., illetve vö. még uo. 86–101. és 145–146.

<sup>4</sup> Simonyi (1986): 170–178.

A Laki Jánossal közösen szerkesztett jelen kötet ennek jegyében közelít a kopernikuszi fordulathoz: szerzői az elmúlt évtizedek Kopernikusz-, Bruno- és Galilei-kutatásának eredményeit fölhasználva, szigorúan tudományosan, de ugyanakkor mégis közérthetően tárgyalják a kopernikuszi fordulatot, arra törekedve, hogy a gondolatok történetéről árnyalt, az utókor leegyszerűsítéseitől mentes, a valós történésekhez hű – és ezáltal e nagy gondolkodók emlékéhez méltó – képet nyújtsanak az olvasónak.

Budapest 2016. szeptember 30.

*Székely László*

### *Irodalom*

Farkas Gábor Farkas (2011): *Régi könyvek, új csillagok*. Budapest, Balassi Kiadó.

Koestler Arthur (1996): *Alvajárók*. Budapest, Európa Kiadó.

Rosen, Edward (1985): „Copernicus’ Commentariolus. Introduction.” In: *Copernicus, Nicolaus: Minor Works. Complete Works Volume III*. (Szerk.: Pawel Czartoryski. Fordította és kommentárokkal ellátta: Edward Rosen és Erna Hilfstein.) Warsaw – Cracow, Polish Scientific Publisher. 75–80.

Simonyi Károly (1986): *A fizika kultúrtörténete*. 3. kiadás. Budapest, Gondolat.

Szabó András (2004): „Joachim Georg Rheticus, Copernicus tanítványa Magyarországon”. In: Jankovich László és Kecskeméti Gábor (szerk.): *Jannus Pannonius és a humanista irodalmi hagyomány*. Budapest, Neumann Kht.

Jerry Zathely (1972): „The Analysis and the History of Manuscript.” In: *Copernicus, Nicholas Complete Works I. The Manuscript of Nicolas Copernicus’ „On The Revolutions” Facsimile* (Szerk.: Pavel Czartoryski.) London – Warsaw – Cracow, Polish Academy of Science, Macmillan: MCMLXXII.

# Az újrendezett kozmosz<sup>1</sup>

FEHÉR MÁRTA

## *Bevezetés*

Galilei *Párbeszédeit* olvasva az a benyomásunk, hogy az arisztotelészi–ptolemaioszi felfogás monolitikus tömbként zárta el az új, kopernikuszi asztronómia, a kozmosz új felfogásának útját. Valójában az utat eltorlaszoló akadályt nem lehetett egyetlen erőteljes mozdulattal elgörgetni, mert nem egyetlen darabból állt, így az út megtisztítása az erőn kívül kitartást is igényelt.

A XV. század végére az európai csillagászok és természetkutatók számára egyre nyilvánvalóbbá vált a ptolemaioszi (a naptárkészítéshez és navigációs számításokhoz felhasználható), gyakorlatra orientált matematikai *asztronómia* és az arisztotelészi természetfilozófiai alapokon nyugvó *kozmológia* közötti szakadék, sőt összeférhetetlenség. E két, egyaránt ókori eredetű tradíció – amelyek összeegyeztetésével több mint másfél évezreden át sokan és sokféleképpen próbálkoztak a késő-antikvitástól az arabokon át a nagy-skolasztika természetkutatóiig – mindegyike maga is számos belső problémával és nyugtalanító nehézséggel küszködött.

## *A ptolemaioszi asztronómia*

Ptolemaiosz *Almagestjét* (a *Megalé Mathematiké Szüntaxiszt*) 1175-ben fordítják le arabról latinra, s az elkövetkező évszázadok folyamán megtisztítják számos matematikai és fordítási hibától, kiegészítéseket, módosításokat és korrekciókat vezetnek be, hogy a megfigyelésekkel összhangban tartsák; olyannyira, hogy végül is már nem egy, hanem több ptolemaioszi típusú asztronómiai rendszer van

---

<sup>1</sup> A tanulmány eredetije megjelent: *Világosság*, 1983(24/12), 745–754. Apróbb szerkesztői korrekcióktól eltekintve, az eredeti tanulmányt átdolgozás nélkül közöljük.

használatban a matematikai csillagászok körében. A XV. sz. legjobb csillagászai a ptolemaioszi modell módosításokkal teletűzdelt, „toldott-foldott” jellegéért és az összhang, az egységes nézőpont hiányáért megpróbálják a több közvetítő nyelven keresztüli fordítás nyomán megromlott és sokféleképpen interpretált szöveget felelőssé tenni. Peurbachot halála (1461) megakadályozza, hogy – mint szándékozott – felkutassa az eredeti görög szöveget, Regiomontanus azonban már az időközben (Bizánc török kézre kerülése után) Itáliába áthozott görög nyelvű szöveg alapján dolgozik. (1538-ra elkészül a *Megalé Mathematike Szüntaxisz* új latin fordítása is.) Ez a filológiai ellenőrzés azután végleg nyilvánvalóvá teszi, hogy a legfőbb nehézségek nem a fordítások rovására írandók, hanem magában a ptolemaioszi modellben gyökereznek, a koncepció lényegéből következnek. Kopernikusz pontosan erre utal III. Pál pápához írott, s a *De revolutionibus* bevezetőjének szánt ajánlásában, ahol így fogalmaz:

„Ezért szeretném, ha Szentséged tudná, semmi más nem indított engem arra az elhatározásra, hogy a világ szféráinak mozgását új elv alapján számítsam, csupán az az észrevétel, hogy a matematikusok [a matematikai csillagászok – F. M.] ez irányú kutatásaikban önmagukkal ellentmondásban vannak. Elsősorban a Nap és a Hold mozgásával kapcsolatban annyi kételyük van, hogy nem tudják meghatározni és kiszámítani a tropikus év hosszát sem. Ezenkívül sem e két égitest, sem az öt bolygó mozgásának megállapításánál nem ugyanazokat az alapelveket és feltételeket alkalmazzák, a megfigyelt keringések és mozgások magyarázatánál nem ugyanazokat a bizonyítékokat sorakoztatják fel. Egyesek [ti. az Arisztotelész–Eudoxosz-féle asztronómia hívei – F. M.] ugyanis csak a koncentrikus köröket fogadják el, mások [a ptolemaioszi asztronómia hívei – F. M.] viszont epiciklusokkal ellátott excentrikus köröket, de egyik módszerrel sem tudják a kívánt eredményeket teljes egészében elérni. A koncentrikus körökből kiindulva valóban kimutattak bizonyos egyenlőtlen mozgásokat, de ennek alapján nem tudtak a megfigyelt jelenségekkel is összhangban álló rendszert kidolgozni. Az excentrikus körök segítségével a megfigyelt mozgások túlnyomó többségéhez látszatra megfelelő számadatokat nyertek, de eközben sok olyan tételt is elfogadtak, amelyek nyilvánvaló ellentétben állnak az egyenletes körmozgás alapelvével. A legfontosabb dolgot, nevezetesen a világmindenség rendszerét és részeinek szimmetrikus elrendeződését nem tudták feltárni, illetve tételeikből levezetni. Ugyanaz történt velük, mint ha valaki különböző helyekről szedné

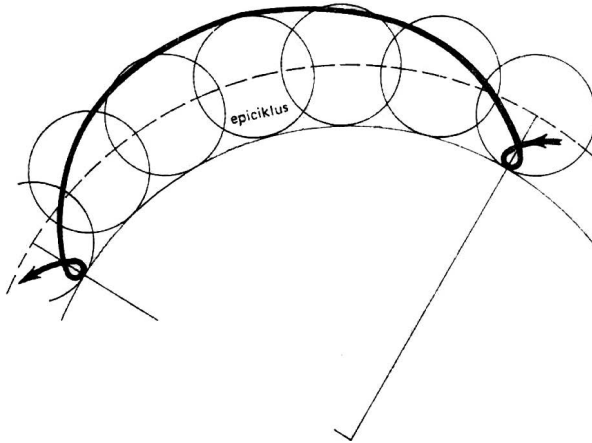
össze a kezeket, lábakat, a fejet és egyéb testrészeket, azután egymáshoz illeszténé azokat nem is rosszul, de úgy, hogy sem egymáshoz, sem magához a testhez való arányuk nem lenne megfelelő. Ekkor inkább valamiféle szörnyalak, mintsem ember keletkeznék.”<sup>2</sup>

Kopernikusz szoborhasonlata a ptolemaioszi modell egyik, a kor csillagászai által legsúlyosabbnak tartott hiányosságára utal, arra, hogy már eredetileg sem egyetlen, *egységes* földközéppontú rendszer matematikai modelljét állította elő, hanem – a megfigyelésekkel való összhang érdekében – voltaképpen minden bolygó külön rendszert képviselt, más-más középpont körül keringett; továbbá, hogy semmi összefüggés nem volt a bolygók távolságai és a keringési idő között, és hogy a különböző ptolemaioszi típusú asztronómiai rendszerekben a bolygók *sorrendje* is különböző volt (egyesek pl. a Napot helyezték legbelülre a Hold után, mások szerint a Merkúr és a Vénusz pályája fölött keringett). Sem a Ptolemaiosz-féle, sem pedig a későbbi, főleg arab csillagászok által módosított ptolemaioszi típusú rendszerekben valójában nem a Föld képezte az univerzumbeli mozgások *geometriai* centrumát, mivel ez az asztronómiai modell az égitesteknek a földi megfigyelő számára látható mozgásait akarta geometriai eszközökkel leírni és kiszámíthatóvá tenni. A Földről nézve (s az állócsillagok háttéréhez viszonyítva) a Nap és Hold egyenetlen, a bolygók igen bonyolult, látszólag szabálytalan, olykor hurokszerű mozgásokat végeznek éves mozgásuk során; az ezek matematikai modellálására szolgáló geometriai eszközöket pedig Ptolemaiosz és a későbbi csillagászok a *körpályákon* végzett *egyenletes* mozgásokra szűkítették. (Más kúpszelet, pl. ellipszis vagy más görbe, pl. spirális még Kopernikusz szerint sem jöhetett szóba, lévén a kör mind a platóni, mind az arisztotelészi felfogás szerint a legtökéletesebb geometriai alakzat, s így az égitestek pályái és mozgásai számára az egyedül elképzelhető forma.) Ptolemaiosz előtt tehát az a feladat állt, hogy az égitestek szabálytalan hurokmozgásait egyenletes körmozgások eredőjeként állítsa elő. Ennek a követelménynek igen jól megfelelt, és a csillagászati tapasztalatokkal is jó összhangban volt az a rendszer, amelyet az *Almagest*ben fejtett ki, s amelyben az égitestek (a Föld kivételével a többi bolygó és a Nap) egy

<sup>2</sup> Copernici (1543): folio III recto és verso. (Copernicus művében – a régi kódexek lapszámolásának hagyományát követve – nem az oldalakat, hanem a lapokat számozták; az idézett rész a III. lap elő- és hátoldalán található); angol fordításban lásd: Copernicus (1978): 4.



olyan kör (epiciklus) kerületén kering (egyenletes körmozgással), amelynek középpontja egy másik (deferens) kör kerületén helyezkedik el (kering egyenletesen).



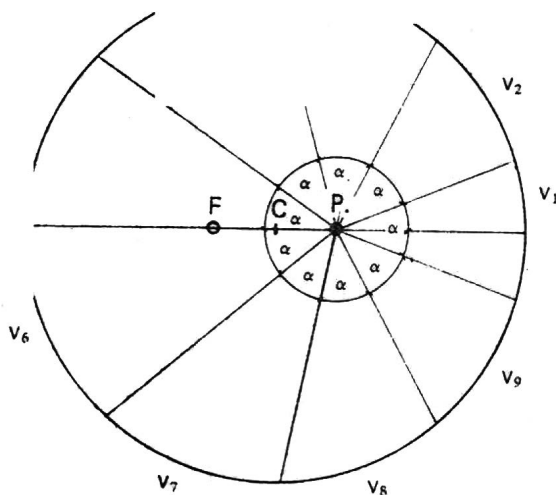
A Nap és a bolygók éves pályájukon a Földről nézve szabálytalan hurokmozgásokat végeznek. Az *Almagest* rendszere szerint egy olyan kör – az *epiciklus* – kerületén keringenek egyenletes mozgással, mely középpontjával a *deferens* kört – a szaggatott vonalat – súrolva maga is egyenletes körmozgással halad tovább.

A természetfilozófia követelménye szerint a deferenskörök középpontjában a Föld állt volna, ezt a feltételt azonban a tárgyalt mozgások már említett (többféle) szabálytalansága miatt matematikailag nem lehetett teljesíteni. Pontosabban csak úgy lehetett volna, hogy növelik az epiciklusok számát, s ezzel a rendszer áttekinthetetlenségét és bonyolultságát az egyszerűségi feltétel rovására. Mivel azonban a cél főként a megfigyelésekkel való egyezés és a számításokra való alkalmasság volt, így Ptolemaiosz azt a megoldást fogadta el, hogy a deferens körök középpontjai a Földhöz, az (állócsillagok szférájával határolt) univerzum (feltételezett) középpontjához viszonyítva excentrikusan helyezkednek el.<sup>3</sup>

A rendszernek a tapasztalathoz való adaptálása érdekében Ptolemaiosz egy további matematikai eszközt is bevezetett: az ún. *ekváns* fogalmát. Az égitestek

<sup>3</sup> A rendszer matematikai alapjait jóval Ptolemaiosz előtt, az i. e. III–II. évszázadban Hipparkhosz és Apollóniosz vetette meg.

ugyanis a földi megfigyelő számára nem egyenletes sebességgel futják be pályájukat, ami a ptolemaioszi rendszerben úgy jelentkezett, hogy amikor valamely epiciklus középpontja deferensének kerületén mozog, a pont szögsebessége nem a deferens középpontjához viszonyítva egyenletes, hanem egy rajta kívüli ponthoz, az ekvánshoz viszonyítva.



Amikor az epiciklus középpontja deferensének kerületén ( $V_1, V_2$ ) mozog, a pont szögsebessége nem a deferens középpontjához (C) viszonyítva egyenletes, hanem a *punctum equans*hoz (P) képest. A Föld helyét az F pont jelöli.

Az excentricitás kiküszöbölésére az epiciklusok számának növelésével az idők folyamán többen is tettek kísérletet, ám az ekvánssok csak Kopernikusz rendszerében válnak majd fölöslegessé. Ő maga, élete végén visszatekintve, nem is a Nap középpontba állítását és a Föld „megmozdítását” tartja legjelentősebb tudományos eredményének, hanem a *punctum equans* kiküszöbölését (vö. Dijksterhius [1961]), amely korábban annyira sértette az egyenletes körmozgás (platóni) természetfilozófiai elvét.

A ptolemaioszi(típusú) rendszer azonban, noha súlyos engedmények árán és matematikailag igen bonyolult (az idők folyamán pedig egyre komplikáltabbá váló) módon, mégis a kor követelményeinek megfelelő, elég jó (és újra meg újra helyreállított) összhangban volt a csillagászati megfigyelésekkel. A legfőbb belső

problémája azonban az volt, hogy a felhasznált *matematikai* (geometriai) eszközök: epiciklusok, deferensek, ekvások a kor fogalmi apparátusával fizikailag nem voltak interpretálhatók, vagy csak nagyon erőltetett és kétséges módon, így a modell *ontológiai* státusa problematikus volt. Ptolemaiosz maga el is utasítja a rendszer ontológiai érvényességének igényét, s ahhoz a Geminosz<sup>4</sup> által megfogalmazott állásponthoz tartja magát, amely szerint: „Az asztronómusnak nem feladata annak megállapítása, hogy mi az, ami természet szerint [valóban, fizikailag, ontológiai értelemben véve – F. M.] mozog, és mi az, ami nyugszik; csupán az a dolga, hogy olyan hipotéziseket javasoljon, amelyek mozgásban vagy nyugalomban lévőnek tekintik a testeket és a lehető legjobban ragaszkodnak az égi jelenségekhez.”<sup>5</sup> Ez az, amit később a „jelenségek (vagy: a látszat) megőrzése”-nek platóni elveként emlegetnek (s azóta az instrumentalista vagy fenomenalista tudományfelfogás maximájává vált). Ez az elv felmenti a természettudóst az alól, hogy a tapasztalatokat generáló valóságos *fizikai* (bár tapasztalatilag esetleg nem hozzáférhető) *mechanizmus* feltárására törekedjék, s elegendőnek tekinti, ha olyan *matematikai* formalizmust (absztrakt struktúrát) dolgoznak ki, amely ugyan nem lép fel a valóság *leképezésének* igényével, de összhangban van a tapasztalatokkal és alkalmas empirikus *előrelátásra* (jó predikciókat tesz). E felfogás alapján egy rendszer jóságának lényegében egyetlen fokmérője a tapasztalattal való prediktív egyezés pontossága (vannak persze ezen kívül még formális kritériumok is, mint pl. a belső ellentmondástalanság, és az egyszerűség, amely utóbbira Ptolemaiosz is nagy súlyt helyezett<sup>6</sup>). Így értelmezve az *Almagest* rendszere csupán egy *matematikai hipotézis* volt, amely ugyan abból a *feltevésből* indul ki, hogy a Föld nyugszik az univerzum közepén, s körülötte kering az összes többi égitest, ám e feltevésnek nem kell igaznak lennie (sőt, voltaképpen nincs is értelme arról beszélni, igaz-e vagy sem). Elég, hogy a belőle levezethető *következmények* megegyezzenek a megfigyelésekkel. Egy ilyen értelmezést sugall (minden bizonnyal Kopernikusz szándéka ellenére) a *De revolutionibus* Osiander protestáns teológus által írt előszava, amelyben a szerző úgy állítja be a kopernikuszi asztronómiai modellt, mint egy újfajta *matematikai hipotézist*, amely nem tart igényt a valóság leírására. Később (1616-ban) az egyház képviselője (Bellarmino bíboros)

<sup>4</sup> Szimplikiosz Arisztotelész *Fizikájához* írott Kommentárja szerint, vö. Damska (1975).

<sup>5</sup> Diels (1882): 292., 10–15.

<sup>6</sup> Ezen az alapon választotta a – korábban tárgyalt – excentricitás feltevését a többszörös epiciklusok helyett.

Galileinek is ezt az értelmezést sugallja, s az inkvizíció ezután azért indít ellene eljárást 1633-ban, mert a *Párbeszéd*ekben nem pusztán matematikai feltevésként, hanem a *valóságot* igaz módon *leíró* és magyarázó tudományos elméletként igyekezett azt beállítani, érvekkel alátámasztani.

A ptolemaioszi geocentrikus vagy inkább geosztatikus asztronómiát azonban, évszázadokon keresztül még mint hipotézist sem (s a már jelzett belső problémái ellenére sem) látszott lehetségesnek vagy legalábbis *ésszerűnek* elvetni. Azon túl, hogy az alapján végezhető számítások viszonylag igen jók voltak (navigáció, térkép- és naptárkészítés céljaira jól lehetett használni<sup>7</sup>), és persze a Biblia is mellette szólt, *alapfeltevést*, a Föld mozdulatlanságát a mindennapi tapasztalat és az arisztotelészi kozmológia is támogatta.

### *Az arisztotelészi kozmológia*

Arisztotelész munkáiból (a csillagászati kérdésekről szóló *De caeló*ból, a *Fixiká*ból és a *Metafiziká*ból) egy egységes kozmosz képe bontakozik ki, amelyben a részek elméletileg (logikailag) és tapasztalatilag is jól illeszkednek egymáshoz, nem olyasféle „szörnyalak” áll elő, amelynek felépítéséből hiányzik a *harmónia* (a megfelelő arányosság) és a *szimmetria* (az összemérhetőség és invariancia), melyek fellelése a természetben a püthagoraszai időktől fogva a természetkutatók legfőbb törekvése volt, s ami később oly zavaróan hiányzott a ptolemaioszi modellből.

Az arisztotelészi kozmológia a *valóság* hű leírásának, a *valódi* működési elvek feltárásának igényével lépett fel. Arisztotelész maga, és nyomában a peripatetikus tradíció, egy *realista* tudományfelfogás alapján a természet kutatója elé azt a feladatot állította, hogy a (mindennapi) *tapasztalattal* és a metafizikai *alapelvekkel* egyaránt összhangban álló, hű és igaz leírását adja a valóságnak, tehát ne érje be pusztán a „látszat megőrzésé”-vel, hanem valódi *okaik* feltárása révén adjon számot a jelenségek ”mögötti”, őket *generáló* fizikai mechanizmu-

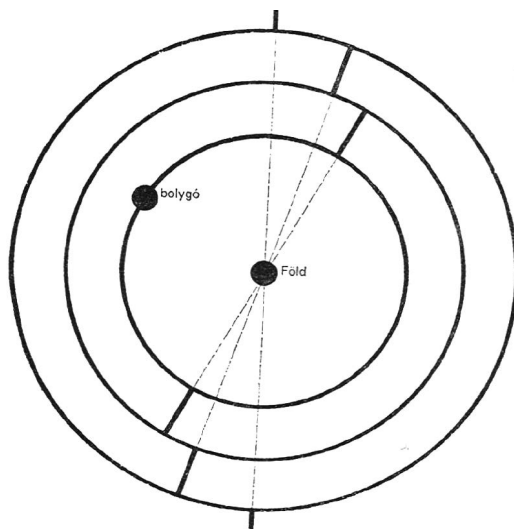
<sup>7</sup> Bár éppen a XVI. sz. elején határozza el az egyház – a felhalmozódott pontatlanságok miatt – a naptárreform munkálatainak megkezdését, amelyben a részvételre Kopernikust is felkérlik, aki ezt elutasítja, mondván, hogy a korrekciók addig nem vezethetnek sikerre, amíg az alapjukul szolgáló asztronómiai elméletben súlyos problémák vannak (vö. Kuhn [1966]: 124. A naptárreformot 1582-ben hajtja azután végre XIII. Gergely pápa.)

sokról. Az arisztotelészi tudományideál tehát a jelenségeket *magyarázó* és nem csupán az azokat kalkulatíve *előreláthatóvá* tevő *elmélet* megtalálása volt. E feltételek teljesülése, a tapasztalatokkal és az *a priori* elvekkel való bizonyíthatóság (*demonstrativitás*) különbözteti meg azután a peripatetikus doktrína szerint a valódi tudást (*episztemé, scientia*) a pusztá vélekedéstől és a feltételezésektől (*doxa, opinio* és hipotézis).

E tudományelméleti felfogása következményeképpen utasítja el Arisztotelész a matematika alkalmazását a kozmosz alsó, azaz legbelső, földi (sublunáris, holdalatti) szférájának vizsgálatában, a (tulajdonképpen) *fizikában*, amely a tökéletlen, változó és mulandó létezőkkel foglalkozik. Ezek megismerésére a görög filozófus *elvileg* alkalmatlannak tekintette a matematikát, a tökéletes, örök és változatlan dolgok tudományát. A kozmosz külső, égi (supralunáris) szférájának tudományában, az asztronómiában azonban a matematika alkalmazása helyénvalónak számított, minthogy az égitesteket örök, változatlan és nem romlandó földi anyagból (elemekből) állóknak tartották. És ezért, noha az arisztotelészi episztemológia egy elmélet *magyarázóerejét* többre tartotta, mint a *prediktivitását*, a kozmológiában a földi szféra kvalitatív elméletét, a fizikát az égi szféra elmélete, egy kvantitatív, matematikai asztronómia egészítette ki, amelynek geometriai alapjai a knidoszi *Eudoxosztól*, Platón tanítványától származtak (aki modelljét eredetileg maga is csak a „jelenségek megőrzésének” igényével alkotta meg).

Az arisztotelészi kozmosz zárt, véges és gömbszimmetrikus. Fizikai és geometriai centrumában a Föld nyugszik, a földi elemek (víz, levegő, tűz) szféráitól körülveve, majd a Hold és a mennyei szférák következnek, s az egészet a Földtől mind azonos, véges távolságban lévő állócsillagok szférája zárja le. A Hold, a Nap és az öt akkor ismert bolygó (Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz) sajátos égi anyagból való gömbhéjakhoz rögzítve, szilárd<sup>8</sup> és áthatolhatatlan

<sup>8</sup> Newton 1684-ben *A világ rendszeréről* írott munkáját ezért még úgy kezdi, hogy beszél „arról, hogy az eget folyékonyak”, azaz nem szilárd anyagból vannak, ami mellett a legfőbb érvet az üstökösökre vonatkozó távcsöves megfigyelések szolgáltatták. Az üstökösök számára ugyanis a szféráknak áthatolhatónak kellett lenniük. Kopernikusz még elfogadta a kristályszférák hipotézisét.



Eudoxosz a bolygók mozgását a forgástengelyeikkel egymáshoz erősített szférák összetett rendszerével magyarázta meg.

„kristályszférákon” keringenek egyenletesen. Ez az univerzummodell alapvonalaiiban tehát 8 mennyei szférából állt. Finom szerkezetét, belső mechanizmusának geometriáját – mint említettük – a matematikus Eudoxosz (az i. e. IV. sz.-ban) kezdte el kidolgozni. Hogy számot adjon a bolygók Földről látszó s az állócsillagok háttéréhez viszonyított szabálytalan hurokmozgásairól, mégpedig ugyancsak a platóni követelménynek megfelelően, azaz az egyenletes körmozgások terminusaiban, Eudoxosz olyan modellt dolgozott ki, amelyben a bolygók gömbhéjak között elhelyezkedő, pólusaikkal ezeket érintő és általuk forgásba hozott gömbökhöz voltak rögzítve. Az öt bolygó mindegyike 4 – 4, a Hold és a Nap 3 – 3 gömb forgása által jött mozgásba és írta le évi és napi pályáját. Az Eudoxosz féle ún. „hagymahéj”-modell összesen 27 szférát vagyis gömbhéjat tartalmazott. (A 27. az állócsillagoké.) A megfigyelésekkel való jobb egyezés érdekében a szférák számát később Kalliposz (az i. e. IV. sz.-ban) 33-ra, Arisztotelész pedig 55-re emelte (ún. fékező, a mozgásátvitelt gátló gömbhéjak felvételével). Ez a modell matematikailag ugyancsak alkalmas volt arra, hogy számot adjon a jelenségekről, és bizonyos kalkulatív predikciókra is módot adott. Minthogy azonban ragaszkodott ahhoz a feltevéshez, hogy a Föld helyezkedjék el a rendszer geometriai

középpontjában, valamint ahhoz, hogy a szférák sugarai rögzített, adott, fizikailag is valóságos értékek (szemben a ptolemaioszi modellel, ahol a deferens és epicikluskörök sugarai fiktív, matematikai szempontok szerint tetszőlegesen felvehető értékek voltak), az arisztotelélianus asztronómia kevésbé egyezett a tapasztalattal, mint a ptolemaioszi, s (mert nem lehetett rajta korrekciókat végrehajtani) az évszázadok során mind jobban „elhangolódott” a valóságtól. Olyan volt, mint egy óra, amely kezdetben csekély eltéréssel mutatja a valódi időt, ám a különbség egyre nő, mert a szerkezetét nem lehet úgy módosítani, hogy az eltérés megszűnjék.

Az arisztotelészi nyolc koncentrikus főszférából álló univerzum, amelyben a bolygók és állócsillagok mozgásukat áttételeken keresztül, a legkülső szférától, a Primum Mobilétól kapják, s tökéletes szabályossággal róják égi köreiket a Föld mint a rendszer legalsó és legalantasabb szférája körül – mindenesetre intellektuálisan igen kielégítőnek tűnt, mivel azzal az igénnyel lépett fel, hogy a világ valóságos szerkezetét írja le, összhangban van nemcsak a tapasztalatokkal, hanem a metafizikai, természetfilozófiai alapelvekkel is, tehát nem egy *lehetséges* modellje a világ rendszerének, hanem az egyetlen, ami a *valóságot* írja le; s így e kozmológia igazsága nem *esetleges*, hanem *szükségszerű*.

Természet- (és tudomány-) filozófiai megfontolások alapján utasítja el Arisztotelész az univerzum ókori heliocentrikus modelljeit<sup>9</sup> is. Az arisztotelészi kozmoszban ugyanis nem esetlegesség, nem pusztán véletlenszerű (mint hitték) *tény*, hogy a Föld helyezkedik el a rendszer legbelső, legalsó pontján, a középpontban, hanem metafizikai *szükségszerűség*, azaz másképpen *nem lehetséges*. (Az indoklására szolgáló argumentumokat Arisztotelész – itt nem részletezendő – elem-tana, mozgástana, valamint szimmetriamegfontolások szolgáltatták.) Arisztotelész egész gondolati rendszere tehát olyan egységes és rugalmas szövetet alkotott, amely a kidolgozásától a XVI. sz. végéig eltelt csaknem kétezer év alatt néhány ponton felfeslett ugyan (a hajított testek problémájánál, később az eső testek és a csillagászat problémáinál), de mégis igen szívósnak és tartósnak, nem könnyen fölfejtetőnek bizonyult.

<sup>9</sup> Noha minden bizonnyal ismerte az i. e. V. sz.-ban élt Philolaosz és esetleg saját kortársa, a pontuszi Herakleidész elképzeléseit is. Ez utóbbi „vegyes” modellt dolgozott ki, amely szerint a Nap a Föld körül kering, de a bolygók, vagy legalábbis az ún. belső bolygók, a Merkúr és a Vénusz, a Nap körül keringenek. Ez az elképzelés később, a XVI. sz. végén Tycho Brahe dán csillagásznál bukkan fel ismét, áthidaló megoldásként a ptolemaioszi és a kopernikuszi rendszer között.

Amikor azután a XIII. sz. elején Nyugat-Európa – arab közvetítéssel – megismerkedik a peripatetikus tradícióval, a Föld *centrális* és *unikális* helyzetére vonatkozó tétel már teológiailag is igen fontos. (A század végén, Aquinói Tamás szóhasználatában Arisztotelész a *Filozófus*, az egyház pedig a kezdeti elutasítás után idővel úgyszólván kanonizálja a Sztagiritát.) A Föld *mozdulatlanságát* pedig az arisztotelészi fizikán és metafizikán kívül a mindennapi és csillagászati *tapasztalat* is mindennél szilárdabban alátámasztani látszik. Azt a körülményt tehát, hogy *metafizikai*, *teológiai* és *tapasztalati* érvek egyaránt alátámasztották az arisztotelészi kozmológiát, mindvégig szem előtt kell tartanunk, miközben a kopernikánus asztronómia érvényre jutásának nehézségeiről lesz majd szó. Mert bár a XIV. században Nicole Oresme, a párizsi skolasztikus természetfilozófus – a peripatetikus gondolkodásmódon belül maradván – érveket hoz fel a Föld tengelyforgásának *lehetősége* mellett (s így csak a rendszer *geosztatikus*, nem pedig *geocentrikus* jellege ellen érvel), nem tudja azonban bizonyítani, hogy *ez valóban* így is van, és hogy másképpen *nem is lehetséges*. (Ahogyan ezt az arisztotelészi tudományideál megkövetelte volna.) Csak Nicolaus Cusanus az a XV. században, aki az univerzum határtalanságának és benne a lakott világok sokaságának a gondolatát felveti, elképzelése azonban tisztán spekulatív, nélkülöz minden tapasztalati alátámasztást, nincs asztronómiai háttére.

### *Az összeillesztési kísérletek*

A két rendszer, az arisztotelészi és a ptolemaioszi összeegyeztetésére irányuló első kísérletek az arab csillagászok nevéhez fűződnek. A hellenisztikus kor a két modell inkompatibilitásának problémáját azzal oldotta meg, hogy – a korábban vázolt módon – különbséget tett matematikai és fizikai asztronómia között. A matematikai asztronómusnak (ahogy Kopernikusz és kortársai mondták, a matematikusnak) eszerint nem kell törődnie azzal, hogy az általa a „jelenségek megőrzésére” felhasznált matematikai (geometriai) objektumok és eljárások interpretálhatók-e valóságos csillagászati objektumok és folyamatok leképezéseiként. (Figyelmen kívül hagyva így módon a rendszer kalkulatív pontosításának útjában álló, az arisztotelészi világképből adódó korlátokat.) A „fizikai asztronómus”-nak vagy a kozmológusnak viszont a metafizikai érvényesség érdekében elnézték, hogy elmélete alapján nem lehetett pontos számításokat végezni. Egy-



felől a magyarázó erő, másfelől a prediktivitás meg a tapasztalatokkal való egyezés (mai szóval: az empirikus verifikálhatóság) illetően elkülönülése azonban nyugtalanító körülmény maradt a kor gondolkodói számára.

Az arisztotelészi és a ptolemaioszi rendszer mindazonáltal (furcsa, de érthető módon) mégis alátámasztani látszott egymást (és ez a körülmény új meg új összeegyeztetési kísérleteket hívott életre<sup>10</sup>), mert az arisztotelészi kozmológia metafizikai szilárdsága megerősítette a ptolemaioszi rendszer azon alapállását, hogy az égi mozgások *földi nézőpontú* (elvileg geocentrikus) elrendeződésének geometriai rekonstrukcióját és szimulációját nyújtja (*földi* vonatkoztatási rendszerben írja le). Az így létrejött rendszer jó kalkulatív használhatósága viszont visszamenőleg megerősíteni látszott az arisztotelészi metafizikai alapelv helyességét.

Az összeegyeztetési kísérleteken túl, s ezek kudarcba fulladtával, az egyik és a másik rendszer hívei azután sorra megkísérelték azt is, hogy saját álláspontjukat, a két modell egyikét, egyeduralgoként juttassák érvényre, a másik rovására és kiküszöbölésével. Freibergi Theoderik és Verduni Bernát például az Arisztotelész- (és Alpetragius-) féle modell tarthatatlansága mellett érvelnek, legalábbis ami a koncentrikus szférák feltevését illeti. Arra hivatkoznak, hogy a megfigyelések szerint az egyes bolygók nem mindig azonos távolságban vannak a Földtől, ahogyan ezt a peripatetikus asztronómia feltételezi. Márpedig maga az arisztotelészi tudományfilozófia tartja számon egy elmélet tudományosságának és igaz voltának legfőbb kritériumai között az empiriával, a tapasztalatokkal való egyezést. (A párizsi egyetemen ez időben e felfogás vált egyeduralgóvá, s így a ptolemaioszi modellt tekintették az egyedül igaz és használható asztronómiának.) Roger Bacon ugyanakkor az arisztotelészi kozmológiai elmélet és az empiria nyilvánvaló konfliktusát egy (mai kifejezéssel) *nacionalista*, azaz voltaképpen nem arisztoteléanus tudományfilozófiai állásponttól oldja fel, mondván,

<sup>10</sup> Az egyik legnagyobb hatású egyeztetési kísérlet az arab Alpetragius (Al Bitrudzsi), XII. sz.-i csillagász nevéhez fűződik, aki az arisztotelészi 55 szféra helyett csupán 9-et vezet be (az egyszerűsített modell 8 szférájához még hozzávesz egy legkülső, kilencedik szférát), de azt az új feltevést teszi, hogy a 8. szféra két, a 7 bolygószféra mindegyike pedig 3-3 tengely körül végez egyidejűleg mozgást. E kozmológia empirikus prediktív képessége jóval nagyobb volt, mint az arisztotelészi modellé, és metafizikailag jóval elfogadhatóbb, mint a ptolemaioszié, de a szférák több tengely közüli szimultán forgásának feltételezése miatt (amiért *laulabia* vagyis csavar- vagy dugóhúzómodellnek nevezték) nem tett eleget az arisztotelészi mozgástan követelményeinek, így metafizikailag kifogásolható volt. Dante *Isteni színjátékában* ez a kilenc szférából álló kozmosz tárul elénk.

hogy: „Jobb fenntartani a természet rendjét, azaz az elfogadott metafizikai feltevéseket, és inkább az érzékekkel kerülni összeütközésbe, amelyek úgylis gyakran megcsalnak bennünket, kivált nagy távolságokban.”<sup>11</sup>

A ptolemaioszi rendszer ellenzőinek fő táborát az averroisták alkották. A XII. századi arab tudós, Averroes (Ibn Ruzsd) Arisztotelész műveire írott kommentárjaiban tudományfilozófiai alapon is elfogadhatatlannak tartja a ptolemaioszi rendszer létjogosultságát alátámasztó instrumentalista-fenomenalista tudományfelfogást. Súlyos hiányosságnak tekinti az excentrikus körök és epiciklusok fizikai értelmezhetetlenségét. De immanens kritikára is talál okot: azt, hogy a ptolemaioszi rendszer saját követelményeinek, a „jelenségek megőrzése”-nek sem tesz eleget. (Így pl. nem tud számot adni a napéjgyenlőségi pontok elmozdulásáról, precessziójáról, valamint a bolygók apszisainak – földközeli és földtávolsági pontjainak – elmozdulásáról, s az év hosszát sem tudja pontosan megállapítani.)

A XVI. században a leghíresebb és legnagyobb hatású antiptolemaioszi irányzat az ún. páduai averroisták: Nifo, Zabarella és mások nevéhez fűződik, akik minden bizonnyal Galilei gondolkodására is jelentős befolyással voltak.

Aquinói Tamás műveivel (aki Averroest a legjelentősebb Arisztotelész-interpretátornak tartja és csak mint *a Kommentátort* emlegeti) az averroizmus bizonyos vonatkozásai az egyházban is széles körű és hivatalosnak tekinthető elismerésre tesznek szert. Témánk szempontjából itt most Aquinói Tamás tudományfilozófiai álláspontja a legfontosabb. A híres egyházdoktor elfogadja a matematikai és fizikai asztronómia (kozmológia) közötti distinkciót. Mint az Arisztotelész *De caeló*jához írott *Kommentár*jában mondja, mivel a matematikai asztronómia célja csupán az, hogy egy alkalmas kinematikai hipotézis alapján számot adjon a jelenségekről és pontos kalkulatív predikciókat nyújtson, az ebben elért sikerei (vagyis a tapasztalatokkal való jó egyezés) nem szolgálnak az alapul vett *kinematikai hipotézis(ek)* igazolásául. Az empiriával való összhang *nem konkluzív* az elmélet alapfeltevésének *igazsága* tekintetében. Lehetséges ugyanis, hogy ugyanilyen jó összhang egy egészen más hipotézisből kiindulva is elérhető lenne.

<sup>11</sup> Bacon: *Communia Naturalium* Fasc. IV. 443–444.; idézi: Dijksterhuis (1961): 214.

## *A kopernikuszi fordulat*

A XV. század elejére készen állt hát a kopernikuszi fordulathoz szükséges számos intellektuális tényező. Az arisztotelészi kozmológiába és a ptolemaioszi asztrológiába vetett bizalom már egyaránt megrendült, ám a kor gondolkodásmódja még úgyszólván egyöntetűen arisztotelészi. Az ennek fellazítását, érvényvesztését előidéző, még hiányzó komponenst a neoplatonista (-püthagoreus) hermetikus eszméáramlat megjelenése (vagy pontosabban újra felbukkanása<sup>12</sup>) szolgáltatja Nyugat-Európában, elsőként és legvirágzóbban pedig Itáliában. A neoplatonikus-püthagoreus tradíció hellenisztikus: Plótinosz-, Proklosz-féle verziójának újjáéledése fontos változást hozott a matematikának magának és a természetmegismerésben játszott szerepének újraértékelésében. A matematika (geometria) eszerint *nem* pusztán eszköz a számítások elvégzésére, nem egyszerűen a számítások és a reprezentáció technikája, hanem – ahogyan ezt később Galilei oly tömören kifejezi – az a nyelv, amelyen a természet könyve íródott. A matematikai formák a dolgok, jelenségek örök, változatlan, invariáns *lényegét* jelenítik meg. A tökéletlen és mulandó jelenségek mögött a matematikai formák nyugalmas világa rejlik, ennek feltárása a természettudós dolga, amelynek során azonban nem járhat el önkényesen, nem vehet fel tetszőlegesen egy olyan pusztán matematikai hipotézist, ami csak „megőrzi a jelenségeket”, de nem azok valódi és unikális lényegét reprezentálja.

A matematika e felfogásban minden jelenség, tehát a földi jelenségek vizsgálatára (a fizikában) is alkalmazható és alkalmazandó, nem korlátozandó az asztrológiára. (Ez a felfogás válik később a matematikai fizika eszmei alapjává.) Domenico Da Novara, aki Kopernikusz tanára volt Bolognában, és közeli kapcsolatban állt a firenzei neoplatonistákkal (Ficinóval, Mirandolával), a ptolemaioszi rendszert éppen azon a (tipikusan neoplatonikus) alapon kritizálta,<sup>13</sup> hogy egy ilyen bonyolult, nehézkes és önkényesen „toldott-foldott” szisztéma nem tekinthető a valóságos belső lényeg hű matematikai reprezentációjának. A napimádat eszméje, a reneszánsz platonizmus e markáns gondolata viszont

<sup>12</sup> Vö. Kristeller (1980): III. fejezet.

<sup>13</sup> Kuhn (1966): 128.

minden bizonnyal a hermetikusk<sup>14</sup> tradícióból származik.<sup>15</sup> Mértékét és jellegét kifejezendő, álljanak itt Kopernikusz saját szavai:

„A mindenség közepén ül trónján a Nap. Mert vajon e gyönyörű templomban helyezhetnénk-e jobb helyre ezt az égitestet, olyan helyre, ahonnan mindent egyidejűleg megvilágíthat? Mert joggal nevezik az univerzum lámpásának, fényes szellemének és uralkodójának; Hermes Trismegistus a Látható Istennek nevezi, Szophoklesz Elektrája pedig a Mindent látónak hívja. A Nap tehát királyi trónján ül, kormányozva gyermekeit, a bolygókat, melyek körülötte keríngenek.”<sup>16</sup>

A Napnak mint isteni égitestnek az univerzum középpontjába mint legméltóbb helyre helyezése már önmagában is mélységesen antiarisztotelaiánus gondolat Kopernikusznál. Az arisztotelészi kozmoszban ugyanis a Föld mint durva, nehéz és silány létező, a legalsó, *legalantasabb* helyet foglalta el a világegyetemben. Minél magasabban helyezkedett el egy égitest, annál kiválóbbnak, értékesebbnek számított. (Dante kozmoszában a Pokol még a Földnek is a legközepén van, s minél magasabbra száll a költő mennyei útja során, annál megdicsőültebb lelkekkel találkozik.)

<sup>14</sup> A Hermész Trismegisztoznak tulajdonított misztikus természetfilozófiai iratokat egy görög menekült szerzetes hozza el 1460-ban Firenzébe, ahol Marsilio Ficino fordítja latinra és *Corpus Hermeticum* címen válik szinte egész Európában ismertté. Az iratok valójában – mint a XVII. sz.-ban kiderült – az i. sz. III. sz.-ban keletkeztek, és különféle hellenisztikus természetfilozófiai áramlatok kompilációjának tekinthetők.

<sup>15</sup> Bausani szerint (Bausani [1983]) „rejtély ugyan, hogy Kopernikusz ismerte-e az arabokat” (283.) főleg az antiptolemaistákat, pl. Alhazent (Al Haytham), aki már a XI. sz.-ban erős kételyeket hangoztatott a ptolemaioszi asztronómiával szemben, mégis feltételezhető, hogy esetleg ismerte a „Tiszták Testvérisége” nevű misztikus arab szekta csillagászati-kozmológiai nézeteit, amelyek szerint a Napnak fényt adó szerepe és különleges jelentősége miatt „középen” kell elhelyezkednie az univerzumban. Ez azonban náluk nem azt jelentette, hogy a kozmosz *középpontjában*, hanem azt, hogy a nyolc szféra között középen, azaz a 4. szférán, vagyis a Merkúr és a Vénusz közötti szférán található. Kopernikusz maga a heliocentrikus koncepciót illetően csak ókori görög elődeiről tesz említést, Philolaoszt (a püthagoreus filozófust), Hiketaszt, Herakleideszt említi. A leg híresebb (és legegységertelműbben) heliocentrikus ókori asztronómiai rendszernek, Arisztarkhosz rendszerének említését viszont a kéziratból kihúzta.

<sup>16</sup> Copernici (1543): 9. verso; Copernicus (1978): I. könyv, 10. fejt.

A kopernikuszi rendszerben a Föld egyikévé válik az égitesteknek, hiszen maga is, a bolygókhoz hasonlóan körmozgásokat végez: forog saját tengelye és kering a Nap körül. Ezzel eltűnik az Arisztotelész-féle éles dichotómia a földi (sublunáris) és az égi (supralunáris) szféra között, amelyekben még a természeti törvények és a természetes mozgások sem voltak egyformák. Az égi és földi mechanika egyesítésének első, legfontosabb lépését ezzel Kopernikusz teszi meg, a többi lépés, a teljes út megtétele vár majd Galileire és Newtonra.

A Nap „megállítása”<sup>17</sup> és az univerzum középpontjába helyezése (mert ez az univerzum még véges és zárt, tehát *van* középpontja) a legdöntőbb és legnagyobb horderejű tett a kozmosz kopernikuszi átrendezésében. Kiindulópontja mint matematikai asztronómusnak és megfigyelő csillagásznak – ahogyan a *De revolutionibus*hoz írott *Ajánlásából* kitűnik – a ptolemaioszi (és részben az eudoxoszi) *asztronómia* súlyos belső problémáinak kiküszöbölése volt. Azzal a lehetőséggel élt (amire Aquinói Tamás mutatott rá), hogy egy új *matematikai* hipotézist bevezetve adjon *jobban*, egységesebben és egyszerűbben<sup>18</sup> számot a jelenségekről, mint Ptolemaiosz. A Föld centrális helyzetére vonatkozó feltevést feladva megtartja azonban az egyenletes körmozgások elvét. (Ezért is nem voltak pontosabbak az empirikus predikciói. Ezt az elvet azonban még Galilei sem volt hajlandó feladni, sőt ez akadályozta meg őt abban, hogy elfogadja Kepler törvényeit. Azt pedig, hogy a bolygók *szükségképpen* – dinamikai törvények következtében – ellipszispályákon keringenek, amelyeknek nem a középpontjában, hanem a fókuszpontjában van a Nap, csak Newton mutatja majd ki, az univerzális gravitáció törvényének következményeként.)

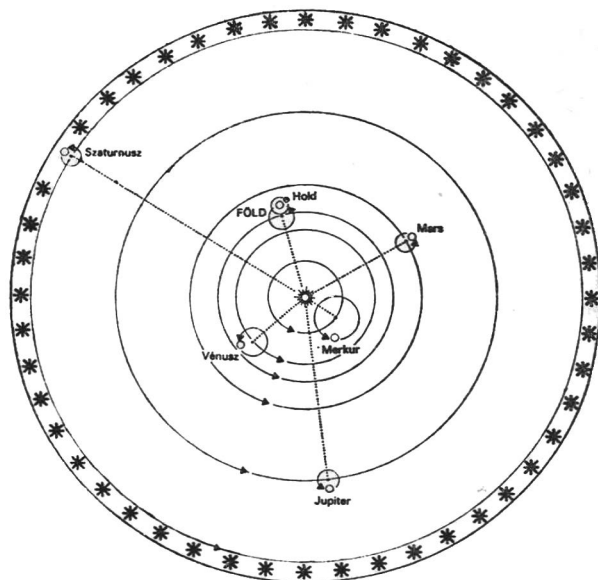
A meghatározó mozzanat azonban az, hogy Kopernikusz a saját, heliocentrikus matematikai hipotézisét – Osiander sugalmazásával ellentétben – nem csupán a ptolemaioszitól kinematikai feltevésében eltérő, de azzal ontológiai státusát tekintve ekvivalens, számítási célokra bevezetett alternatív *fikciónak* tekintette (tehát nem úgy, ahogy egyes mai tudománytörténészek beállítják,<sup>19</sup> ezzel

<sup>17</sup> Melancthon úgy emlegette, hogy: „*Copernicus qui figit Solem et movet Terram*”, a kortársak pedig úgy nevezték, hogy: „*Solis stator, Terrae movens*”.

<sup>18</sup> Tudománytörténészek, köztük Koyré (*La révolution astronomique*) és Kuhn (*The Copernican Revolution*), valamint már Kopernikusz kortársai kimutatták persze, hogy ez a rendszer legfeljebb egységesebb, de empirikus pontosságát tekintve nem jobb, illetve csak bizonyos vonatkozásokban jobb és – az ekvánsokat leszámítva – nem is igen egyszerűbb, mint a ptolemaioszi rendszer.

<sup>19</sup> Például de Solla Price (1959): 198.

úgyszólván jelentéktelen módosítássá degradálva a kopernikuszi fordulatot: hogy csupán a vonatkoztatási rendszer origóját helyezte át a Földről a Napra).



Kopernikusz világmodellje.

Kopernikusz az új neoplatonikus felfogás szellemében – a saját matematikai asztronómiai rendszerét az egyetlen igaz, mert a *valóság* (unikális) matematikai lényegét adekvátan és így egyedül *igaz* módon kifejező rendszernek tekintette. Új asztronómiai modelljének kidolgozásával tehát voltaképpen egy új (vagy inkább *újfajta*) tudományos diszciplínát hozott létre: a matematikai kozmológiát vagy másképpen a *fizikai* (fizikailag interpretálható) matematikai *asztronómiát*, egyesítve mintegy (persze egy új szemlélet jegyében) a korábban összeegyeztethetetlen ptolemaioszi kalkulatív és megfigyelő csillagászat előnyeit és követelményeit: a *prediktivitást*, az arisztotelészi spekulatív kozmológia követelményével, az *intelligibilitással*.

A kopernikuszi rendszer keretei között szűnik meg (fokozatosan, a *De revolutionibus* megjelenését, 1543-at követő másfél évszázad alatt) a matematikai asztronómiát és a (nem vagy kevéssé matematizált) fizikai kozmológiát elválasztó

episztemológiai szakadék, és nyílik meg az út a mai értelemben vett *matematikai fizika* felé is. Joggal mondhatjuk tehát, hogy Kopernikusz nemcsak a XVI. századi világképet, a kozmoszról alkotott felfogást változtatta meg, hanem a világról, a természetről való gondolkodás (a tudományos megismerés) *módját* is.

Persze ez a folyamat igen lassan ment végbe, hiszen az egyesítés nem mechanikus, és mindkét korábbi diszciplína: az asztronómia ptolemaioszi és a kozmológia arisztotelészi formájának érvénytelenné válását, túlhaladását előfeltételezi. A XVI. század még jóformán nem vesz tudomást<sup>20</sup> a kopernikuszi modellről, illetve, mint Osiander – egyébként Kopernikusz híve és jóakarója – tette: csupán új matematikai hipotézisként a ptolemaioszi rendszeren végrehajtott számos módosítás és korrekció egyikeként kezeli.<sup>21</sup>

S mindez nem a szellemi restség vagy a szemellenzős ortodoxia számlájára írható. Kopernikusznak ugyanis rendszere valóság tartalmát illetően nem voltak

<sup>20</sup> Ahogyan A. Koestler (*Az alvajárók*) fogalmaz: Kopernikusz könyve volt az a könyv, amelyet senki sem olvasott. Ami persze erős túlzás. [Ennek a kérdésnek a történetéhez lásd Farkas Gábor Farkas tanulmányát a jelen kötetben – a szerkesztők megjegyzése.]

A katolikus egyház egészen Galilei első peréig (1616) nem reagál hivatalosan a kopernikuszi elméletre. Giordano Bruno kétségkívül kopernikánus volt, ám inkvizíciós perében és elítélésében (1594–1600) nem ez a körülmény játszotta a fő szerepet. Bruno azonkívül eltért Kopernikusz felfogásától a világegyetem végtelenségének kérdésében is, s így az ő kozmosza már nem heliocentrikus, hiszen nem a Nap áll a centrumban, mert nincs is ilyen centrum; a Nap pedig egyike a számtalan hasonló jellegű, napszerű égitestnek, amely benépesíti az univerzumot. A protestantizmus (Calvin, Luther, Melancthon) a Föld forgásának és keringésének feltételezését mint kozmológiai hipotézist elvetendőnek tartja, a Bibliára és a köznapi emberi tapasztalatokra hivatkozva vele szemben.

Az első egyetértő külföldi visszhang Angliából jön, ahol Thomas Digges 1576-ban *A Perfil Description of the Caelestial Orbes* címen publikál egy népszerűsítő-tudományos könyvet. Robert Recorde könyve, a *Castel of Knowledge* már 1556-ban hírt ad a kopernikuszi tanokról, Franciaországban viszont teljes a csönd. Doucet szerint a XVI. sz.-ban Párizsban egyetlen könyvtárban sem található meg Kopernikusz munkája. Galilei és Kepler az 1590-es években válnak kopernikánussá.

<sup>21</sup> A megfigyelő, matematikai asztronómusok körében Kopernikusz már fiatalon jó nevet szerzett magának, s később a *De revolutionibus* is gyakran forgatták a csillagászok, akik azonban e rendszer kozmológiai implikációit figyelmen kívül hagyták, azaz nem foglaltak állást abban a kérdésben, vajon *vaióban forog-e* a Föld. Kopernikusz asztronómiája kivált azután tett szert nagy tekintélyre, és kezdték széles körben használni a csillagászok, miután 1551-ben Erasmus Reinhold megjelentette ún. *Porosz Táblázatait* (*Tabula Prutenica*), amely felváltotta a korábban használt és már igen pontatlan ún. Alfonsz-féle táblázatot, s amelyet a kopernikuszi asztronómia eszközeinek felhasználásával állított össze. Az új táblázat és maga a heliocentrikus asztronómia nagyban hozzájárult a Gergely pápa-féle naptárreform kidolgozásához is.

jó érvei, és nem csak az arisztotelianus kozmológia (és fizika), hanem a mindennapi, sőt a csillagászati tapasztalat (egy része) is ellene szólt. Mert hiszen mit is hozhatott fel Kopernikusz egy nagyon is misztikus meggyőződésen (*doxa, opinio*) kívül a mellett az állítás mellett, hogy a Nap *valóban* az univerzum centrumában nyugszik és a Föld bolygóként kering körülötte? Mit mondhatott, ami szembeállítható lett volna Arisztotelész (korábban említett) argumentumával a Föld nyugvó és centrális helyzete mellett? A kopernikuszi rendszer ekkor még csak egy *lehetséges* elrendeződése az égitesteknek. A Napnak a rendszerbeli kitüntetett helyzetére vonatkozó bizonyítékokat először Galilei kezdi megtalálni, amikor pl. felfedezi távcsövével a Vénusz holdszerű fázisait (bár még ez is csak egy Tycho Brahe típusú modell mellett szól), ami azonban csupán közvetett és tapasztalati bizonyíték. Tehát csak azt mutatja meg, hogy így *van*, azt azonban nem, hogy *miért* van így (vagyis az arisztotelianus terminológiával: azt, hogy a metafizikai elvek szerint így *kell* lennie, másképpen *nem lehetséges*). A Naprendszer *dinamikai* modelljének kidolgozását csak Newton végzi el, ő válaszolja meg azt a nyitott kérdést, hogy miért éppen a Nap (és nem a Föld vagy más bolygó) áll a rendszer centrumában.

Kopernikusznak ahhoz, hogy a modelljét többnek tekintsék pusztán matematikai hipotézisnél, azt is ki kellett volna mutatnia, hogy a Föld nem unikális, egyedülálló entitás az univerzumban, hanem hasonló a bolygókhoz, feltételezhető tehát róla, hogy *valóban* végez a (korábban kizárólag az égitestek számára lehetségesnek tekintett) körmozgásokat!<sup>22</sup> Emellett szóló bizonyítékokat ugyan csak Galilei hozott fel először, amikor (távcsövével) először a Holdat, majd a bolygókat megfigyelve észrevette, hogy azok nem valamilyen sajátos „mennyei anyagból” (*quinta essentia*) állnak, hanem Föld-szerűek. (Hegyek és – mint hitte – tengerek találhatók a Hold felszínén. És hogy a bolygóknak is vannak holdjaik, mint a Földnek.) Newton azután már valamennyi bolygót (és persze a Napot is) azonos típusú, de különböző tömegű és gravitációjú *mechanikai* objektumként kezeli égi mechanikája kidolgozásakor.

<sup>22</sup> Az egyenletes körmozgásokat Kopernikusz (és még Galilei is) az égitestek *természetes*, külső erőhatást nem igénylő mozgásának tekintette, Arisztotelész felfogásának megfelelően. A Napnak tehát *dinamikailag* nincs kitüntetett szerepe a kopernikuszi rendszerben, csak *kinematikailag*. Kepler és Gilbert veti fel először, hogy a Nap egyfajta *mágneses* vonzóerőt gyakorol a bolygókra és készíti keringésre őket.



Ami pedig a köznapi fizikai és a csillagászati tapasztalatokat, megfigyeléseket illeti, ezek alapján is erős és ésszerű argumentumok szóltak a kopernikuszi rendszer *ellen*. A Föld tengelyforgásának – érveltek a peripatetikusok<sup>23</sup> – egyrészt közvetlenül érzékelhetőnek kellene lennie, másrészt közvetve hatásában észlelhető: a föld felszínén lévő tárgyak (a centrifugális erő hatására) leröppülnének, a torony tetejéről leejtett kő nem a torony tövébe esne le, mert közben elfordulna alatta a Föld, és így tovább. A Föld Nap körüli keringését pedig – mint mondták – asztronómiai megfigyeléseknek kellene alátámasztaniuk: észlelniük kellene az állócsillagok éves periódusú mozgását, azaz az állócsillagok éves parallaxisát (a Föld Nap körüli mozgásának „tükörképét”), holott csak a napi parallaxis volt megfigyelhető. Az előbbi (a Föld tengelyforgása ellen szóló) érveket azután Galilei hárítja el a *Párbeszéd*ekben (Kopernikusz gondolatmenete alapján), a *valóságos és látszólagos* mozgások megkülönböztetésével, *vagyis* a mozgás relativitása elvének bevezetésével. Kopernikusz és Galilei megkezdte az arisztotelészi fizika (és metafizika) *tapasztalati* bázisának lerombolását is. Az új természettudomány azután már jól megkülönbözteti az egyszerű, *köznapi*, naiv (látszatokkal és illúziókkal terhelt) tapasztalatot a kísérleti alapokon nyugvó, ellenőrzött, megismételhető, műszeres *tudományos* megfigyelésektől. S csak az utóbbiakkal való összhangját követeli meg egy elméletnek.

A Föld keringése ellen szóló érvet Galilei sem tudja elhárítani.<sup>24</sup> Így ír erről a *Dialog*óban

„A Föld forgása elleni érvek, amelyeket már megvizsgáltunk, nagyon plauzibilisak; és az a tény, hogy a ptolemaioszi rendszer hívei és az arisztotelianusok konkluzívnak tekintették őket, valóban erős érv a hatásosságuk mellett. Ám azok a tapasztalatok, amelyek nyíltan ellentmondanak [a Föld] éves mozgásának, oly sokkal erősebbek, hogy, ismétlem, határtalanul megdöbbent az a gondolat, hogyan volt képes Arisztarkhosz és Kopernikusz az ész tenni meg győz-

<sup>23</sup> Ismételten hangsúlyozzuk, hogy az arisztotelészi episztemológia megkövetelte az elméleteknek a megfigyelésekkel való egyezését, tehát az Arisztotelész-féle fizika és kozmológia korántsem volt tisztán spekulatív. Ám a tapasztalat, amire támaszkodott, a naiv, *köznapi* tapasztalat volt.

<sup>24</sup> Az állócsillagok évi parallaxisát csak 1838-ban észlelték erős távcsövekkel. Már 1806-ban észlelni vélték, így a katolikus egyház 1822-től engedélyezte a kopernikuszi elmélet oktatását az egyházi iskolákban. Az indexről már előzőleg, 1757-ben levették. [A parallaxis jelenségének értelmezéséhez lásd Kutrovátz Gábor e kötetben közölt tanulmányának 27. lábjegyzetét – a szerkesztők.]

tesnek az érzékek felett, úgy, hogy az utóbbit megvetve az előbbi vezérelte őket vélekedéseikben.”<sup>25</sup>

Kopernikusz maga az évi parallaxis hiányának problémáját (ami pedig mai, popperi kifejezéssel élve cáfoló evidencia lett volna) zseniális módon oldja meg (a peripatetikus empirizmussal szemben egy platonikus tudományfilozófiai racionalizmus alapján), mégpedig úgy, hogy azt posztulálja: a parallaxis azért észlelhetetlen, mert a Föld (Nap körüli) pályája elenyészően kicsiny (úgyszólván egyetlen pont) az állócsillagok szférájához viszonyítva; azaz az univerzum sokkalta nagyobb, mint korábban hitték.<sup>26</sup> S ez a gondolat is olyan termékenynek bizonyult, hogy az elkövetkezendő évszázadban már kinyitotta az újrarendezett (Kopernikusznál ugyan még végesnek tételezett)<sup>27</sup> kozmoszt a megfigyelő csillagászat számára a végtelen felé is.

### *Irodalom*

- Bausani, A. (1983): „Copernico e gli arabi.” *Physis - Riv. Internaz. Storia Sci.* XXV./2. (1983) 279–292.
- Clagett, Marshall (szerk.) (1959): *Critical Problems in the History of Science.* Madison – Milwaukee – London, The University of Wisconsin Press.
- Copernici, Nicolai (1543): *De revolutionibus orbium coelestium.* Libri VI. Norimbergae: Apud Ioh. Petreium: anno MDLIII.
- Copernicus, Nicolaus (1978): *De revolutionibus. (On the Revolutions.) Complete Works.* Vol. II. Szerk.: J. Dobrzycki, ford. E. Rosen. Warsaw – Cracow.
- Damska, Izydora (1975): „L'épistémologie de Ptolémée”. In: *Avant, avec, après Copernic.* CNRS, Blanchard, 1975.

<sup>25</sup> Galilei (1967): 328. (Harmadik Nap).

<sup>26</sup> Az állócsillagok szférájának távolságát Al Fargani (IX. sz.-i) arab csillagász 45.225 fűldsugárnyinak tartja, ami kb. 120 millió kilométer, s ez az érték kb. 1 milliószor kisebb, mint a legközelebbi állócsillagnak a Földtől való távolsága a mai ismereteink szerint. Még Huygens is a XVII. sz. második felében a Sirius távolságára hússzor kisebb értéket ad meg a valóságosnál.

<sup>27</sup> Arról, hogy hogyan jutott érvényre a kozmosz végtelenségének ideája, lásd Koyré (1957).

- De Solla, Price és Derek, J. (1959): Contra-Copernicus „A Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus, and Kepler.” In: Clagett (1969): 197–218.
- Diels, Hermann (szerk.) (1882): *Simplicii in physicorum libros quattuor priores commentaria*. Berlin.
- Dijksterhuis, Eduard Ian (1961): *The Mechanization of the World Picture*. (Ford. C. Diskhoorn.) IV: 2. Oxford – New York, Oxford University Press.
- Doucet, R. (1956): *Les bibliothèques parisiennes au XVIIe siècle*. Paris, Picard.
- Galilei, Galileo (1967): *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems (Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e aristotelico)*. (Ford. S. Drake.) 2. kiad. University of California Press.
- Koyré, A. (1957): *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore, John Hopkins Press.
- Kristeller, Paul Oscar (1980): *Szellemi áramlatok a reneszánszban*. Budapest, Magvető, 1980.
- Kuhn, Thomas S. (1966): *The Copemican Revolution*. Harvard, Cambridge, 1966.
- Newton, I. (1684/1977): „A világ rendszeréről”. In: Newton, I.: *A világ rendszeréről*. Ford. Fehér Márta. Budapest, Magyar Helikon.

# Kopernikusz előtt: bolygómozgás a középkori Európában és Magyarországon

ZSOLDOS ENDRE

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont  
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet

## Bevezetés

A bolygómozgás elméletét az antikvitástól örökölte a középkori Nyugat-Európa. Ez Ptolemaiosz munkáját, az *Almagest*et jelentette, melyet a XII. századtól kezdve legalább négyszer kezdtek el lefordítani latinra, vagy görögből, vagy arabból.<sup>1</sup> Az elmélet gyakorlati használatának egyszerűsítésére már Ptolemaiosz közölt táblázatokat. Ezeket az iszlám csillagászok újraszámolták, korrigálták, esetenként a modellt is javították. A latin Nyugat ezeket is nagyrészt átvette és felhasználta.

Ilyen táblázatok voltak a Toledói Táblázatok,<sup>2</sup> melyek az 1080-as években készültek az akkor még mohamedán Toledóban. Ezeket Gerard of Cremona (Gerardus Cremonensis) fordításában Nyugat-Európa is megismerte és használta. 1272 körül készült el a késő középkor egyik leggyakrabban használt csillagászati műve, az Alfonz-táblázatok.<sup>3</sup> A XIV. század elején ezt párizsi csillagászok átdolgozták:<sup>4</sup> ez a változat terjedt el egész Európában,<sup>5</sup> és jelent meg ősnymotatványként is.

Az *Almagest* felhasználása komoly matematikai felkészültséget igényelt, amelyet a középkori egyetemek nem tudtak biztosítani. Nem véletlen, hogy a csillagászati oktatásban használt könyvek egyike sem tartalmazott matematikát. Min-

<sup>1</sup> Haskins (1924): 103–112., Pedersen (2011): 16–19.

<sup>2</sup> Toomer (1968).

<sup>3</sup> Chabás és Goldstein (2003). A késő középkori csillagászati táblázatokról lásd még Chabás és Goldstein (2012).

<sup>4</sup> Chabás és Goldstein (2004).

<sup>5</sup> Az Országos Széchényi Könyvtárban is található egy kéziratos példány (Cod. Lat. 62), Jankovich Miklós gyűjteményéből, lásd Bartoniek (1940): 52–53.

den idők egyik legsikeresebb tankönyve, Johannes Sacrobosco *Sphaerája*<sup>6</sup> csak leírást tartalmaz, hasonlóan a Gerard of Cremonának tulajdonított *Theorica Planetarum*hoz.<sup>7</sup>

### *A bolygók mozgása*

A középkor a világ felépítésére vonatkozó ismereteit is az ókortól örökölte.<sup>8</sup> Ezek szerint a világ két fő részből áll: a Hold alatti és feletti részből. A Hold alatt minden négy elemből – föld, víz, levegő, tűz – épül fel, ezek keletkeznek, átalakulnak egymásba, elpusztulnak, éppen úgy, ahogy a tapasztalat mutatja. Természetes mozgásuk az egyenes vonalú mozgás, és igyekeznek természetes helyüket elfoglalni. A föld a legnehezebb elem, ezért ez van legalul, utána következik a víz, a levegő majd a tűz.

Ezzel szemben a Hold fölött nincs se keletkezés, se átalakulás, se elpusztulás. Az égén megfigyelt mozgások is mások, nem egyenes vonalúak, hanem körmozgások. Nyilván nem is a Hold alatti négy elemből épül fel a világnak ez a része, hanem egy ötödikből, az éterből. Ennek természetes mozgása a körmozgás, nincsenek ellentétes tulajdonságai (pl. se nem hideg, se nem meleg).

A bolygók és a csillagok ebben az éterben helyezkednek el, egymásba ágyazott gömbhéjakban.<sup>9</sup> A bolygók hagyományos sorrendje: Hold, Merkúr, Vénusz, Nap, Mars, Jupiter, Szaturnusz. Felettük van az állócsillagok szférája, majd még feljebb egyéb, teológiai megfontolások alapján odahelyezett szférák (1. ábra).

Ebben a környezetben kellett a bolygómozgás elméletét megalkotni. Klaudiosz Ptolemaiosz (c. 90–c. 168) alexandriai csillagász elődei (főleg Hipparkhosz) munkájára építve ezt a feladatot sikeresen oldotta meg.

<sup>6</sup> Thorndike (1949), Pedersen (1985).

<sup>7</sup> Pedersen (1975), Pedersen (1978), Pedersen (1981).

<sup>8</sup> Grant (1996): 54–69.

<sup>9</sup> A *'spera'* és *'orbis'* használatáról lásd Zsoldos (2010): 295. (14. lábjegyzet).



1. ábra: A középkori világ

## *A Nap*

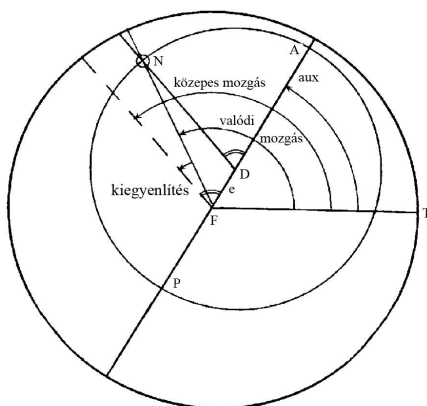
A Nap mozgásának<sup>10</sup> leírásához Ptolemaiosznak több dologra is figyelnie kellett. Először is ott voltak a filozófia előírásai, melyeket ő – és még több mint ezer évig mindenki más – természetesnek vett. Ezek a következők: (1) a világ középpontjában a Föld található, (2) a bolygók a Föld körül keringenek, (3) a keringés körpályán történik, és (4) a mozgás egyenletes.

<sup>10</sup> Pedersen (2011): 122–158.

Ptolemaiosznak rendelkezésére álltak megfigyelések is, melyek egy része a fenti feltételeknek ellentmondani látszott. Például az évszakok nem voltak egyenlő hosszúak, így nyilvánvalóan a Nap mozgása sem lehetett egyenletes. A külső bolygók mozgásuk során hurkokat írtak le, ezt egyszerű körmozgás nem tudja visszaadni.

A Nap esetében Ptolemaiosz kétféle megoldást is talált, és bebizonyította, hogy ezek ekvivalensek egymással. Az egyik lehetőség az epicyklusos modell. Ebben az esetben a Föld körül felvett egy kört – ez a deferens. A deferens kerületén pedig felvett egy pontot, mely egyenletesen mozgott. E pont körül rajzolt egy kisebb kört, az epicyklust. Az epicyklus kerületén mozgott a Nap.

A másik – és az általa elfogadott megoldás – az excentrikus modell volt. A deferens középpontja ebben az esetben nem a Föld, hanem egy, attól  $e$  excentricitással távolabb levő pont. A modellben nem volt epicyklus, a Nap a deferensen mozgott, egyenletes sebességgel. Mivel azonban a megfigyelő a Földről nézte a mozgást, számára ez már nem volt egyenletes.



2. ábra: A Nap mozgása

A 2. ábra mutatja Ptolemaiosz modelljét. Az F Föld körül található az ekliptika, ahol a Napot mozogni látjuk. Az N Nap maga azonban az F-től  $e$  távolságra levő D középpontú deferensen mozog, egyenletes sebességgel. Itt érdemes megjegyezni, hogy az egyenletes sebesség azt jelenti, hogy egyenlő idők alatt egyenlő szögeket fed le a deferens középpontját a Nappal összekötő sugár. A Föld középpontját D-vel összekötő egyenes és a deferens metszéspontja kijelöli a földközeli

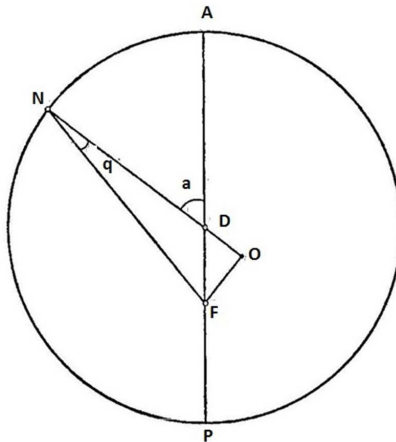
(*perigeum*) és földtávoli (*apogeum*) pontokat. A mozgást leíró szögeket a T tavaszponttól mérjük.

A Nap a deferensen mozog, mi viszont az ekliptikán látjuk – a feladat tehát a deferensen való mozgás ismeretében kiszámolni, hogy hol található a Nap az ekliptikán.

A Nap közepes mozgásán a deferensen végzett egyenletes mozgását értjük. Ezt igen egyszerű kiszámolni:  $\lambda_m = 360^\circ/P$ , ahol P a Nap keringési periódusa (tropikus év). Ptolemaiosz azonban nem ezt a szöget használta, hanem kivonta ebből az *apogeum* (*aux*) hosszúságát, és a kapott közepes anomáliának (*medium argumentum*) nevezett  $a_m$  mennyiséggel számolt. Így tehát a 2. ábrán az ADN-szög a közepes anomália. Miután megvan az anomália, ki kell számolni a kiegyenlítést (*aequatio*), amelyet levonva a közepes anomáliából megkapjuk a valódi anomáliát (*verum argumentum*), amely megadja a Nap valódi helyzetét az ekliptikán. Egyenlettel:

$$a(t) = a_m(t) + q,$$

ahol  $a(t)$  a valódi,  $a_m(t)$  a közepes anomália,  $q$  pedig a kiegyenlítés, ami definíció szerint negatív, ha  $a(t)$  értéke  $0^\circ$  és  $180^\circ$  között van, pozitív, ha  $180^\circ$  és  $360^\circ$  között.



3. ábra: A kiegyenlítés kiszámolása



A  $q$  szöget a 3. ábra alapján lehet kiszámolni (a DFN háromszög ugyanaz, mint az 1. ábrán). Az ND sugarat meghosszabbítjuk D irányában, és F-ből merőlegest húzunk rá. Az így kapott FOD háromszögben D-nél található az  $a_m$  közepes anomália, az FD oldal hossza megegyezik az excentricitással, O-nál pedig derékszög van. Így a háromszög befogóira felírható, hogy

$$\begin{aligned} FO &= e \sin(a) \\ OD &= e \cos(a). \end{aligned}$$

Az NOF szintén derékszögű háromszögre pedig felírható, hogy

$$ON = OD + R = e \cos(a) + R.$$

Így a  $q$  kiegyenlítés egyszerűen

$$\operatorname{tg}(q) = \frac{-e \sin(a)}{R + e \cos(a)},$$

ahol a negatív előjel  $q$  fenti definíciója miatt van. Tangens helyett természetesen lehet sinust is használni, de akkor a képlet jóval bonyolultabb lesz.

A mozgás kiinduló feltételeit az észlelések szolgáltatták. Ptolemaiosz Hipparkhosztól örökölte az excentricitás ( $e/R=1/24$ ) és az *aux* hosszúságának ( $\lambda_a=65;30$ ) értékeit. A tropikus év hosszát  $365^d 5^h 55^m 12^s$ -nak vette Hipparkhoszsal megegyezően, és megállapította, hogy a rendelkezésére álló megfigyelések szerint ez az érték konstans. Természetesen kellett egy *epocha* is.

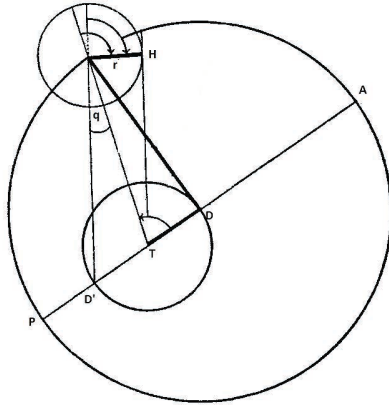
### *A többi bolygó mozgása*

Ptolemaiosz modellje a Nap mozgására nem bonyolult. A többi bolygó mozgását modellezni azonban már sokkal nehezebb feladat.

A Hold<sup>11</sup> esetében az epiciklusos modellt választotta. Egy egyszerű epiciklus azonban nem írta le helyesen a Hold mozgását. Újhold és telehold esetében az

<sup>11</sup> Pedersen (2011): 159–202.

egyezés megfelelő volt, de a negyedeknél már jelentős eltérést tapasztalt. Ezt a problémát egy új anomália – az evekció – bevezetésével oldotta meg. Így a Hold modellje a Napéhoz képest már elég bonyolulttá vált, és nem is volt független tőle, mivel az újonnan bevezetett anomália függött az egymáshoz viszonyított helyzetüktől. További nehézséget jelentett, hogy a Hold szélessége szemmel láthatóan változott. Ptolemaiosz azonban a hosszúság meghatározásánál feltette, hogy ez a szélességtől független.



4. ábra: A Hold mozgása

A 4. ábra mutatja Ptolemaiosz második modelljét, amely már a második anomáliát is figyelembe vette. A Hold itt egy epicikluson mozog, de a deferens nem rögzített, hanem középpontja egy, a Föld körül található kis epicikluson mozog ellenkező irányba.

Utolsó példaként szerepeljenek a külső bolygók<sup>12</sup> (5. ábra). A Holdhoz képest egyszerűbb a mozgásuk leírása. A bolygó egy epiciklus kerületén mozog, az epiciklus középpontja pedig a deferens kerületén. A deferens középpontja továbbra sem a Föld, hanem attól külön található. A lényeges eltérés, hogy az egyenletes körmozgás nem a deferens középpontjából figyelhető meg, hanem az ún. ekváns középpontjából, amely  $2e$  távolságra van a Föld középpontjától (tehát Föld – a deferens középpontja – ekváns a sorrend, a köztük levő távolság mindkét esetben az excentricitás). Itt megint figyelni kell arra, hogy az egyenletes körmozgás

<sup>12</sup> Pedersen (2011): 261–294.



hoz, ha az *argumentum* több 3 jegynél. Amit kapsz a hozzáadás vagy kivonás után, az a Nap valódi helye a kilencedik szférában.”<sup>13</sup>

Ez valóban nem látszik megoldhatatlan feladatnak, de az oktatásban még ennél is egyszerűbb műveket használtak. Összehasonlításként álljon itt, amit a *Theorica planetarum* ír a Nap mozgásáról:

„1. Excentrikus, elmozdult pontú vagy középpontú körnek nevezzük azt, melynek centruma nem esik egybe a világ centrumával. Az excentrikusnak azt a részét, mely a világ közepétől a legmesszebb van *aux*nak, vagy leghosszabb hosszúságnak nevezzük. Azt a részt pedig, amelyik a Föld középpontjához legközelebb található, az *aux* oppozíciójának, vagy legkisebb hosszúságnak nevezzük. Így pedig az excentrikus azon részeit, melyek az *aux* és az *aux* oppozíciója között vannak [félúton] közepes hosszúságnak nevezzük. A Nap pedig saját mozgásával nyugatról keletre mozog az excentrikusán, mely minden nap egyformán 59 percet és majdnem 8 másodpercet tesz ki. A világ pedig keletről nyugatra forog egyenletesen. Így szükségszerű, hogy a Nap nem egyenletesen mozog a jegyek szféráján [a zodiákuson].

2. A Nap közepes *motus*ának a zodiákus azon ívét nevezzük, mely a Föld centrumától az Aries pontjáig [tavaszpont] húzott egyenes és az ugyanazon földközépponttól a *firmamentum*ig húzott, az excentrikus középpontjától a Nap középpontjáig tartó egyenessel párhuzamos egyenes között található.

3. A Nap valódi *motus*ának a zodiákus azon ívét nevezzük, mely az Aries [tavaszpont] és a Föld középpontjából a *firmamentum*ig, a Nap középpontján átmenő egyenes között található. A Nap kiegyenlítésének a zodiákus azon kicsi ívét nevezzük, mely a közepes *motus* és a valódi *motus* közé esik, mely kiegyenlítés zérus, ha a Nap az *aux*ban vagy az *aux* oppozíciójában van. A közepes hosszúságban pedig maximális.

4. A Nap *argumentum*ának a zodiákus azon ívét nevezzük, mely az *aux* és közepes *motus*t kijelölő vonal közé esik.

5. A Nap *aux*ának másik értelmezésben a zodiákus azon ívét nevezzük, mely az Aries [tavaszpont] és az excentrikus *aux*án átmenő egyenes közé esik. Az ég egyik felében pedig a közepes *motus* nagyobb, mint a valódi, így, hogy megkapd

<sup>13</sup> John of Saxony (1974): 469., Johannes de Saxonía (1483): a6v–a7r.

a valódi *motust*, amikor a közepes *motus* nagyobb a valódinál, vond ki a ki-egyenlítést [a közepes *motusból*], és a valódi marad hátra neked. Ha pedig a valódi mozgás nagyobb, akkor add hozzá [a közepeshez], és a valódi marad neked.

6. A Nap közepes *motus*ának megtalálása [nem más], mint a zodiákus valamely ívének megkeresése, mely úgy van a teljes zodiákushoz, mint ahogy az excentrikus Nap által bejárt íve a teljes excentrikushoz, és ez a következő fólión található ábrán látható párhuzamos vonal által találtatik meg.”<sup>14</sup>

A 6. pontban az ábrára való utalás átvezet bennünket a segédeszközök egy másik fajtájához. Ez az úgynevezett *'equatorium'*, amely – mint a csillagok esetében az asztrolábium – lehetővé teszi a bolygók pozíciójának egyszerű meghatározását. Campanus of Novara (Campanus Nouariensis) volt az első a latin Nyugaton, aki részletes elkészítési útmutatást írt.<sup>15</sup>

### *Táblázatok*

Már említettem, hogy a modellek végigszámítása elég nehéz feladat elé állította a középkori csillagászokat. Ezért a munka megkönnyítésére Ptolemaiosztól kezdve rendszeresen közzétettek táblázatokat, amelyek használata a számításokat jelentősen leegyszerűsítette.

A késő középkorban legjobban elterjedt párizsi Alfonz-táblázatok azonban hatvanas számrendszerben készültek, ami nehezítette is, meg könnyítette is a munkát. Először a kívánt dátumot kellett átszámolni a hatvanas rendszerre – ez az *era* az Alfonz-táblázatokban –, amihez megfelelő segédtáblázatok álltak rendelkezésre (6. ábra). Az *era* tulajdonképpen a választott kezdő időponttól eltelt napok száma, ennek megfelelően a Julián-dátum egyfajta előzményének is tekinthető.

Így például egy év 6,5 (365 nap), tíz év 1,0,52 (3652 nap, két szökőévet számítva) és így tovább. Két táblázat van az átszámításhoz: az egyik 1-től 20 évig (*anni expansi*), a másik 20-tól 8000-ig (*anni collecti*), először 20 évenként, aztán száz-, majd ezer évenként tartalmazza az eltelt napok számát. Ugyanígy kell

<sup>14</sup> Anonymous (1974): 452.

<sup>15</sup> Benjamin és Toomer (1971).

átszámítani a dátum többi részét, a hónapokat, napokat és órákat, melyekhez mind megvannak a saját táblázatok.

Anni Saluatoris collecti					Anni salutis expansi				
Anni	4	3	2	1	Anni	3	2	1	
40	0	4	3	30	1		0	6	5
60	0	6	5	15	2		0	12	10
80	0	8	7	0	3		0	18	15
100	0	10	8	45	4	b	0	24	21
200	0	20	17	30	5		0	30	26
300	0	30	26	15	6		0	36	31
400	0	40	35	0	7		0	42	36
500	0	50	43	45	8	b	0	48	42
600	1	0	52	30	9		0	54	47
700	1	11	1	15	10		1	0	52
800	1	21	10	0	11		1	6	57
900	1	31	18	45	12	b	1	13	3
1000	1	41	27	30	13		1	19	8
2000	3	22	55	0	14		1	25	13
3000	5	4	22	30	15		1	31	18
4000	6	45	50	0	16	b	1	37	24
5000	8	27	17	30	17		1	43	29
6000	10	8	45	0	18		1	49	34
7000	11	50	12	30	19		1	55	39
8000	13	31	40	0	20	b	2	1	45

6. ábra: Segéd táblázat az *era* kiszámításához (részlet)

A bolygók aktuális pozícióját ennek az *erának* a segítségével lehetett megtalálni. Voltak táblázatok a közepes mozgásra és a kiegyenlítésre is. Ezek szintén a hatvanas rendszert használták: egy adott bolygó közepes mozgása 1 és 60 nap között volt megadva, a többi a helyi érték eltolásával volt leolvasható. Hasonló táblázatokat találhattunk a precesszió, a trepidáció,<sup>16</sup> a fogyatkozások kiszámítására, átváltásokra stb.<sup>17</sup> A Nap esetét nézve a közepes mozgást tartalmazó táblázat

<sup>16</sup> A trepidáció a precesszió tévesen feltételezett periodikus komponense, lásd Goldstein (1964).

<sup>17</sup> A táblázatok részletes leírásához lásd Chabás és Goldstein (2012).

(7. ábra) első sora: 0,0,59,8,19,37,19,13,56. Innen az egy napi mozgás 0,0;59,8,19,37,19,13,56, míg a 60 napi 0,59;8,19,37,19,13,56,0 (mindez fokban, a pontosvessző választja el a fokokat a percektől, másodpercektől stb.). Az *era* minden egyes tagjához tartozó érték könnyedén leolvasható, tehát szorzások helyett egyszerű összeadásokkal meg lehetett találni a keresett közepes mozgást.

Tabula mediū motus Solis, Veneris & Mercurii.																			
☉										♀					♁				
4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
0	0	59	8	19	37	19	13	56		31	0	30	33	18	8	16	56	11	56
0	1	58	16	39	14	38	27	52		32	0	31	32	26	27	54	15	25	52
0	2	57	24	58	51	57	41	48		33	0	32	31	34	47	31	34	39	48
0	3	56	33	18	29	16	55	44		34	0	33	30	43	7	8	53	53	44
0	4	55	41	38	6	36	9	40		35	0	34	29	51	26	46	13	7	40
0	5	54	49	57	43	55	23	36		36	0	35	28	59	46	23	32	21	36

7. ábra: Táblázat a Nap, Merkúr és Vénusz közepes mozgásának kiszámításához (részlet)

### *Bolygómozgás a középkori Magyarországon*

Nagyon kevés írásos emlék maradt fenn a középkori Magyarországról.<sup>18</sup> Így nem meglepő, hogy a korabeli csillagászati ismeretek mennyisége és minősége se ismert. A magyarországi fizika történetének első kötetében Zemplén Jolán így foglalta össze a középkori tudomány helyzetét hazánkban:

„[...] már a középkorban eljutottak Magyarországra a különféle, Európát foglalkoztató eszmeáramlatok. Egyetemeinken és a külföldi egyetemeket látogató magyar diákokon keresztül szoros kapcsolatban álltunk a külföldi tudományos világgal, és ha kiemelkedő tudós nem is akadt a magyar magisterek között, voltak ismert nevű orvosaink, csillagászaink, sőt a XV. század elején olyan filozófus

<sup>18</sup> Madas és Monok (1998): 15.

is akadt (akit egy FERRARIUS<sup>19</sup> nevű történész említ), mint a *Névtelen* dominikánus (1420 körül), aki bírálni merete a hivatalos filozófiát és teológiát, úgy-hogy ezért börtönbe került, ahol kínzásokkal tudták csak rávenni nézeteinek megváltoztatására.”<sup>20</sup>

Nemcsak „kiemelkedő tudós” nem akadt, csillagászati tárgyú írások sem nagyon maradtak fent. Fennmaradt egy *computus* a XII. századból,<sup>21</sup> vannak célzások krónikákban egyes királyaink csillagászat (asztrológia) iránti vonzalmáról. Ilyen például Küiküllei János feljegyzése Nagy Lajosról: „a hadi-dicsőségen kívül jeleskedett a tudományokban is: szenvedélyesen művelte a csillagászatot.”<sup>22</sup> Itt a kérdés az, mit jelentett számára a csillagászat. Minden bizonyos asztrológiát. A Villani-krónika említi, hogy Lajos itáliai hadjáratára magával vitte udvari asztrológusát is, aki kiszámította az indulás és a hadjárat egyéb szakaszainak kedvező időpontját.<sup>23</sup> Mátyás királyról is közismert az asztrológia iránti vonzalma, az ő asztrológusát ismerjük is, Marcin Bylica z Olkusza, aki ránk hagyott egy jóslatokkal teli beszámolót az 1468. évi üstököséről.<sup>24</sup> Az asztrológia viszont megköveteli a bolygók mozgásának ismeretét, így joggal feltételezhetjük, hogy hazánkban is voltak olyanok, akik, ha Ptolemaiosz elméletének matematikai részét esetleg nem is ismerték, de tisztában voltak e mozgások természetével, és tudták használni a táblázatokat.

### *Szt. Gellért és a Deliberatio*

Magyarország a kereszténység felvétele után került szorosabb kapcsolatba a nyugati latin műveltséggel. Ennek egyik elterjesztője Szt. Gellért püspök, akiről tudjuk, hogy ismerte kora tudományát. Ezt igazolja fennmaradt *Deliberatio*<sup>25</sup> című műve is, melyben számos csillagászati utalást találunk. Ezek nyilván nem

<sup>19</sup> Sigismondo Ferrari (1589–1646).

<sup>20</sup> Zemplén (1961): 23.

<sup>21</sup> Mészáros (1961), Mészáros (1973).

<sup>22</sup> Küiküllei (2000): 34.

<sup>23</sup> Villani (1728): 995–996.

<sup>24</sup> München, BSB, Clm 18782, f. 208, Toldy (1986): 135.

<sup>25</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999). A teljes magyar cím: „Gellértnek, a marosi egyház püspökének elmékedése a három fű himnuszaról a tudós Isingrimushoz.”



valamiféle ismeretterjesztő szándékkal kerültek oda. A mű Szentírás-magyarázat, Dániel jövődöléséhez készült a tudós Isingrimus számára. Gellért az egyházat rendszeresen az éghez hasonlította, így természetszerűleg kerültek szóba az ég, és következőképpen a bolygók tulajdonságai is. Noha annak nincs nyoma, hogy Gellért műve közvetlenül hatott volna középkori irodalmunkra,<sup>26</sup> az teljesen elképzelhetetlen, hogy tudását közvetlen környezete előtt is titokban tartotta volna. A *Deliberatio* utalásai tehát mindenképp értékes adatokat szolgáltatnak arra, hogy milyen ismereteket adhatott át a művelt püspök.

Szt. Gellért fő forrása, mint Bodor András megmutatta, Sevillai Izidor volt.<sup>27</sup> Nemerkenyi Előd további, főleg antik forrásokat tárt fel.<sup>28</sup>

Ha azt akarjuk megtudni, a *Deliberatio* mit fed fel a bolygók mozgásáról olvasói számára, először azt fontos megnézni, hogy hány bolygó van, és azok hol találhatóak. Gellért ezt a II. könyvben részletezi:

„E világ filozófusai pedig, mint ezt kiválóan tudod, azt tanították, hogy hét ég, azaz egybehangolt mozgású gömbhéjakon hét bolygó van; továbbá azt állították, hogy az ég forog és izzik; és azért nevezik így, mert mint valami vésett edény, hordozza a csillagok beléje vésett jeleit. Az ég szférája gömb alakra van kiképezve, s középpontja a Föld, melyet minden irányban egyforma távolságnyira zár körül.”<sup>29</sup>

Ez megfelel az ókori világképnek, Izidor etimologizálásával kiegészítve.<sup>30</sup> A *fir-mamentum* leírása szintén a sevillai érsektől származik:

„De ez az Ég teremtette kezdetben az eget, melyet a Szentírásban firmamentumnak is neveznek azért, mert a csillagok pályái és biztos, meghatározott törvények rögzítik.”<sup>31</sup>

<sup>26</sup> Nemerkenyi (2004): 80.: „*Relevant scholarship has not hitherto been able definitely to prove the direct influence of the Deliberatio on other texts in Hungary or elsewhere in the Middle Ages...*”

<sup>27</sup> Bodor (1943).

<sup>28</sup> Nemerkenyi (2004): 108–116.

<sup>29</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 65. Itt és a továbbiakban is az ő fordításukat idézem, esetenként apróbb változtatásokkal.

<sup>30</sup> Nemerkenyi (2004): 108.

<sup>31</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 81.

Megvan tehát a helyszín, ahol a bolygók találhatóak. Miből vannak ezek a bolygók? Gellért erről a Nap kivételével hallgat, annak esetében pedig ismét Izidort idézi:

„E világ filozófusai pedig azt mondják, hogy a víz táplálja a Nap tüzeit, és ettől az ellentétes elemtől kapja a Nap fényének és hevének erejét.”<sup>32</sup>

Ez a víz, ami a Napot táplálja, Gellért szerint nem más, mint a *firmamentum* feletti víz.<sup>33</sup> A bolygók elhelyezkedéséről, mozgásáról kevesebbet ír. A nevüket csak elmarasztalóan említi:

„Mi átlatibb azoknál, akik halakat, kosokat, bakokat, bikákat, medvéket, kutyákat, rákokat és skorpiókat változtattak át csillagokká? De még ez sem volt elég nekik: isteneik neveiről is – Phaeton, Phaenon, Phyrion, Hesperus, Stelbon, azaz Jupiter, Saturnus, Mars, Venus és Merkurius – csillagokat neveztek el mindenféle babonába süllyedve, rászédetve és tévelygésbe bonyolódva és az ördög tanításával felfegyverkezve [...]”<sup>34</sup>

A bolygók mozgása eléggé elnagyolva jelenik meg a *Deliberatióban*:

„Amazok közül egyeseket bolygóknak neveznek [...] Azok felkelnek és lenyugszanak [...] Amazok egymástól különböző távolságnyra vannak a Földtől [...] Amazokat a Nap világítja meg, amely maga is mástól nyeri fényét [...] Azok közül egyesek szabálytalanul mozgóak vagy visszafelé haladók, vagy állók.”<sup>35</sup>

A szabálytalanul mozgóak a külső bolygók: Mars, Jupiter, Szaturnusz, melyek a Földről nézve olykor hurkokat írnak le, azaz megállni, majd visszafelé haladni látszanak. A bolygómozgáshoz kapcsolódnak a fogyatkozások, melyek okát Gellért ismerte. A Hold esetében:

<sup>32</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 101.

<sup>33</sup> 1 Móz 1,7.

<sup>34</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 305–307.

<sup>35</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 295–297.

„Azt mondják, akkor van holdfogyatkozás, valahányszor a Hold belefut a Föld árnyékába. Ugyanis, mint erre kiskorodtól fogva bölcsen oktattak, úgy tartják, nincs saját fénye, hanem a Nap világítja meg, ezért elfogy, ha közé és a Nap közé beékelődik a Föld árnyéka.”<sup>36</sup>

A Nap esetében:

„Akkor látszik ugyanis napfogyatkozás, valahányszor a harmincnapos Hold ugyanabba az egyenesbe érkezik, ahol a Nap halad, és elébe érve a Napot eltakarja. Ugyanis úgy látjuk, hogy a Nap eltűnt szemünk elől, amikor a Hold tányérja elébe kerül.”<sup>37</sup>

A fentiek alapján azt mondhatjuk, hogy Gellért tisztában volt az égen látható jelenségek korabeli értelmezésével, ismerte az ókortól örökölt elképzeléseket. Ezeket azonban nem fejtette ki részletesebben a *Deliberatióban*, helyenként éppen csak utalt rájuk („egyesek szabálytalanul mozgó vagy visszafelé haladók, vagy állók”). Nyilvánvalóan Isingrimus, aki számára a mű készült, valamennyire járatos lehetett a kor csillagászati ismereteiben, és tudta, hogy Gellért mire hivatkozott. Ugyanakkor joggal feltételezhetjük, hogy Gellért tudását Magyarországon is átadta környezetének, és így az – ha ugyan szűkebb körben is – ismertté válhatott a királyságban.

### *A Pécsi Egyetemi Beszédék*

Az ún. „Pécsi Egyetemi Beszédék”<sup>38</sup> számos beszédvázlatot tartalmaz, melyek közül néhányban csillagászati megjegyzéseket is találhatunk. Ezek feltehetően a XIII. század végén vagy a XIV. század elején készültek, a címmel ellentétben nem Pécsett, hanem valószínűleg a budai domonkos *studium generale* számára.<sup>39</sup> A 152. sermóban a szerző megmondja, hogyan mozognak a csillagok:

<sup>36</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 249.

<sup>37</sup> Karácsonyi és Szegfű (1999): 283.

<sup>38</sup> Petrovich és Timkovics (1993).

<sup>39</sup> Timkovics (1979), Madas (2002): 136.

„amelyek a Föld körül keringve a firmamentum mozgásával haladnak. Így Arisztotelész szerint mondják, hogy az ég a csillagokat magával viszi. Mozog pedig körkörösén, gyorsan, egyenletesen, szüntelenül”.<sup>40</sup>

Valóban, minden a Föld körül forog, mint a 2. sermóban is olvashatjuk:

„Mert ahogy a Föld fölött forog az első mozgató [mozgó], azaz az ég, mondja Arisztotelész a *De caelo* első részében, és ezért, ahogy az a mozgás kör alakú a közép, azaz a kívánatos Föld mint középpont körül történik...”<sup>41</sup>

Azonban nem minden kering a Föld körül! A 76. sermóban a Vénuszról ezt találjuk:

„Lucifernek pedig van természetes pályája, nyugatról keletre a többi bolygó mozgása szerint [...] Van kényszerített mozgása is, keletről nyugatra a firmamentum lendülete által [...] Van körmozgása is állandóan a Nap körül keringve...”<sup>42</sup>

Látjuk, hogy a Vénusz kapcsán említi a bolygók megfigyelt mozgásait: együtt mozognak az éggel, egy nap alatt körbejárva a Földet, és van saját mozgásuk is, amely ellentétes irányú. Sokkal érdekesebb azonban a harmadik mozgás, mely szerint a Vénusz nem közvetlenül a Föld, hanem a Nap körül kering. Itt nyilván Martianus Capellát idézi az ismeretlen szerző. A latin enciklopédista *De nuptiis Philologiae et Mercurii* című művében találhatjuk ezt az időnként egyiptominak is nevezett elképzelést, mely szerint a Merkúr és a Vénusz nem a Föld, hanem a Nap körül kering:

„Noha a Vénusz és a Merkúr naponta látszik kelni és lenyugodni, pályájuk nem a Földet öleli körül, hanem a Nap körül keringenek. Valóban, pályájuk középpontjának a Napot teszik, úgyhogy néha fölötte vannak, néha alatta, a Földhöz közelebb...”<sup>43</sup>

<sup>40</sup> Petrovich és Timkovics (1993): 317.

<sup>41</sup> Petrovich és Timkovics (1993): 27.

<sup>42</sup> Petrovich és Timkovics (1993): 165.

<sup>43</sup> Martianus Capella (1983): 324.

A beszédek célja sem a csillagászati ismeretek terjesztése volt. De mint Gellért műve esetében, itt is megkerülhetetlen volt, hogy az éggel kapcsolatban ne kerüljenek elő olyan utalások, melyek a szerző(k) ez irányú tudását igazolják. Bárki is írta a szöveget, rendelkezett alapvető csillagászati ismeretekkel, és mivel a beszédekben ismertként hivatkozott rájuk, feltehetjük, hogy a célzott hallgatóság értette ezeket.

### *Temesvári Pelbárt*

Sokkal többet tudunk meg a kor bolygómozgásról vallott nézeteiről Temesvári Pelbárt (c. 1435–1504)<sup>44</sup> teológiai enciklopédiájának második kötetéből, mely a teremtett világról szól.<sup>45</sup> Pelbárt a krakkói egyetemen tanult, csillagászati ismereteit ott szerezte. Mint a művében ő maga is említi, a tananyag a már említett Sacrobosco és a *Theorica planetarum* volt.

Pelbárt a *'Coelum'* címszó alatt ismerteti az ég és a benne található álló- és bolygócsillagok tulajdonságait. Először az égről:

„A negyedik ég, tudniillik a csillagoké, ami a firmamentum a bolygók szféráival. Kérdeztetik, milyen a természete a firmamentumnak a bolygók gömbhéjaival? Válaszolunk Ariszt. *Metheor.* 1. könyve és általában a doktorok és teológusok alapján, hogy az égi szférák az ötödik elemből vannak, ami természete szerint különbözik a négy elemtől, mert finomabb természete van azoknál, és ahogy a *lib. de natura* mondja, gömb alakúak, a Föld középpontjától mindenhol egyenlő távolságra.”<sup>46</sup>

Ismerteti a bolygók periódusait:

„Mennyi időt töltenek a bolygók egy keringéssel a Zodiákusban? Beda a *li. de imagine mundibani* azt mondja, hogy a Szaturnusz 30 év alatt teszi meg útját a Zodiákusban, a Jupiter 12 év alatt, a Mars két év alatt, a Nap 365 nap alatt,

<sup>44</sup> Pelbárt életéről lásd Kertész (2009), csillagászati ismereteiről Zsoldos (2013).

<sup>45</sup> Pelbartus (1586).

<sup>46</sup> Pelbartus (1586): 100r.

a Venus 348, a Merkúr 330,<sup>47</sup> a Hold 28 nap alatt, mely idők elteltével visszatérnek ugyanannak a csillagképnek ugyanazon fokába. Hasonlóan Beda a lib. de imagine mundiban mondja, hogy az összes bolygó 532 év alatt tökéletesen teljesít egy teljes ciklust.<sup>48</sup> Az állócsillagok pedig, ahogy Alfraganus mondja, miként a firmamentum, amiben vannak, 100 év alatt egy fokot tesznek meg, és így háromezer év alatt egy csillagképet, mivel egy tetszőleges csillagkép 30 fokból áll, és tizenkét csillagkép van, így nyilvánvaló hogy 36000 év alatt az állócsillagok a firmamentummal bevégezik útjukat [teljes kört tesznek meg az égen], és az a platóni nagy év.”<sup>49</sup>

Ezután következik a bolygók mozgásának leírása:

„Miből van a bolygók mozgásának változása és retrogradációja? A sphaera materialis szerzője, tudniillik Johannes de Sacrobosco és Guillelmus de Conchis alapján válaszolunk, hogy minden bolygónak van egy excentrikus deferens köre, azaz amelynek a középpontja a Föld centrumán kívül esik, nem a Föld körül keringenek. A Nap pedig saját mozgását közvetlenül írja le egy excentrikuson, mivel egyik részén közelebb van a Földhöz, másik részén távolabb, mely [excentrikus] kör a firmamentum ellen törekszik. A többi bolygónak pedig epiciklusai vannak, melyek kicsi körök vagy szférák felfüggesztett helyzetben magán az excentrikuson.

Az ezen az epicikluson rögzített bolygó saját mozgásával kering a firmamentum ellen, az excentrikus által elragadva,<sup>50</sup> ezekről a Theorica planetarumban világos [a leírás], a nevezett körök pedig mások, mint a közös kör, ami a Földtől [mindenhol] egyenlő távolságra levő Zodiákus, ami – tudniillik a Zodiákus – alatt az összes bolygó halad. Így amikor a bolygók változatos mozgásáról kérdez valaki: azt mondjuk, hogy a körök változatossága miatt van, ahogy Isten akarta, hogy legyen saját körmozgásuk a firmamentum ellenében, vagy inkább az első mozgató igen gyors mozgása [ellenében], hogy mérsékeljék a mozgás és beáramlás sebességét abban [a firmamentumban], nehogy a világ pusztulása legyen, ahogy a 17. paragrafusban megmutattuk. És ezért egyes bolygók Isten akaratát

<sup>47</sup> 339-nek kellene lennie.

<sup>48</sup> Beda húsvéti ciklusa.

<sup>49</sup> Pelbartus (1586): 100r.

<sup>50</sup> William of Conches (1997): 61.

mutatják, tudniillik csak előre mozgó, sem nem stacionáriusak, sem hátrafelé mozgó, mint a Nap és a Hold. Egyes bolygók pedig nem csak előre mozgást mutatnak, hanem időnként megállnak, és időnként visszafelé mozognak, mint a többi bolygó.

Amikor pedig epiciklusának kezdetétől a vége felé mozog, a bolygó előrehaladónak neveztetik. Retrográdnak nevezik pedig, amikor a végétől a kezdete felé mozog, stacionáriusnak pedig, amikor kezdődik az előrehaladó és megszűnik a visszafelé való [mozgás], vagyis megfordul.

Direktnek tehát akkor nevezük, amikor epiciklusának felső részén mozog, indirektnek, amikor az alsó részén: ebből világos, hogy a Napon és Holdon kívül minden más bolygó retrográd és stacionárius [tud lenni].<sup>51</sup>

A Pécsi Egyetemi Beszédhez hasonlóan Pelbárt beszédei is tartalmaznak csillagászati utalásokat. Elég itt megemlíteni a 89. sermót a *Pomerium de Sanctis* téli részéből, melynek címe „*In ascensione Domini*” (Sermo IV), és Krisztus mennybemeneteléről szól.

„Másodszor Krisztus csodás hatalma megjelent felemelkedésében, amikor saját erejéből a Földtől az empyreumig terjedő oly nagy távolságot megtette [egy pillanat alatt]. Rabbi Mózes véleménye szerint a Föld közepétől a Szaturnusz, ami a hetedik bolygó, külső égig az út hétezer és hétszáz éves, azaz olyan hosszú, hogy síkon hétezer és hétszáz évbe kerülne valakinek megtenni, hogyha bármelyik nap negyven mérföldes útja lenne. A csillagász Alfraganus pedig azt mondja, hogy ennek a távolsága 65 millió és ötszáz mérföld,<sup>52</sup> és az értékek kis eltérésekkel jól megegyeznek. De ezenkívül a Szaturnusz szférája olyan nagy, mint az empyreum ege.”<sup>53</sup>

A beszéd itt feltételezi, hogy a hallgató tisztában van a bolygók sorrendjével, és azzal, hogy 'szférákban' található. Az viszont tévedés Pelbárt részéről, hogy a Szaturnusz szférájának külső határát az empyreummal érintkezteti, köztük volt ugyanis az állócsillagok szférája. Általában ezt szokás *firmamentum*nak nevezni,

<sup>51</sup> Pelbartus (1586): 100v.

<sup>52</sup> Alfraganus (1546): 81 szerint a csillagok távolsága 65.357.500 mérföld – ez azonos a Szaturnusz szférájának külső határával.

<sup>53</sup> Pelbartus (1502): XXVv.

de Pelbárt itt egy más hagyományt követ, mely a bolygókat és a csillagokat egy szférában levőnek tekinti.<sup>54</sup>

Ezek mind a kornak megfelelő csillagászati ismeretek, ami nem meglepő, ha Pelbárt krakkói tanulmányaira gondolunk. Se nála, se a korábbi Pécsi Egyetemi Beszédek szerzőjénél nincs utalás arra, hogy Ptolemaiosz matematikai csillagászatával bármilyen kapcsolatba kerültek volna. Más a helyzet azonban Pelbárt kortársával, a német Johannes Tolhopff-fal, aki 1480 körül érkezett Mátyás udvarába.

### *Johannes Tolhopff*

Mátyás királyról közismert a csillagászat/asztrológia iránti rajongása. Udvarában olyan nevezetes csillagászok és asztrológusok fordultak meg, mint Johannes Regiomontanus<sup>55</sup> vagy Marcin Bylica z Olkusza<sup>56</sup> (Ilkus Márton). Tolhopff a kevéssé nevezetesekek közé tartozik ugyan, de ami miatt mégis érdekes számunkra, az a Mátyásnak ajánlott *Stellarium* című kódexe. Az 1480. év végén aztán a király nemességet is adományozott a német csillagásznak.<sup>57</sup>

Tolhopff már a *Stellarium* ajánlásában leírja művének célját: egy *eszközt* ad a királynak, amivel meg lehet találni a bolygók pozícióit. Mivel a kódex nem egy csillagászati eszköz, fel kell tételeznünk, hogy egykor létez(het)ett egy ilyen tárgy, amit Tolhopff *stellarium*nak nevez, és amely minden bizonnyal egy *equatorium* volt.

A mű első része bevezető jellegű, rövid csillagászati, asztrológiai és számolási alapokat ad. Utána következik a lényeg: a bolygók pozíciójának meghatározására szolgáló táblázatok. Ernst Zinner, az eddigi első és utolsó kutató, aki a *Stellarium* csillagászati tartalmával egyáltalán foglalkozott, úgy gondolta, hogy ezek segítségével ténylegesen ki lehet számolni a bolygók helyzetét:

<sup>54</sup> Zsoldos (2013): 31.

<sup>55</sup> Zinner (1968).

<sup>56</sup> Hayton (2007), Hayton (2010).

<sup>57</sup> Csapodiné (1984): 335.



„Tolhopff egyik írását, a »Stellariumot« a királynak ajánlotta, s ebben a műben ismertette, hogy miként kell kiszámítani a táblázatok segítségével a Budára és az 1463. évre vonatkozólag a bolygók mozgását.”<sup>58</sup>

A kódex alaposabb vizsgálata ezt a képet módosította.<sup>59</sup> A benne található táblázatok önmagukban nem elegendők semmilyen pozíció kiszámítására. Példaként nézzük megint a Nap esetét. Az alábbiakban részleteket látunk a Nap közepes mozgását tartalmazó táblázatból.

I. táblázat. A Nap közepes mozgása

Évenként		Naponként	
1	11S 29;45°	1	0S 0;59°
2	11 29;31	2	0 1;48
...	...	...	...
10	11 29;34	10	0 9;41
...	...	...	...
1000	0 7;21	20	0 19;42
...	...	...	...
49000	0 0;0	31	0 30;33
Havonként		Óránként	
január	1 0;33	1	0 0;2
február	1 28;9	2	0 0;4
...	...	...	...
december	11 19;45	12	0 0;29

Látható, hogy órákra, napokra, hónapokra és évekre ad meg Tolhopff adatokat, szemben az Alfonz-táblázatok gyakorlatával (lásd fentebb). Utánaszámolva ellenőrizhetjük, hogy ezek valóban a közepes mozgás értékei,  $\lambda_m = 360^\circ/P$ , ahol  $P = 365^d 5^h 49^m$ , a tropikus év Tolhopff által feltételezett hossza. Ez azonban az összes adat, amit a kódexben találunk, a kiegyenlítésnek nincs nyoma. Így tehát a táblázat önmagában nem alkalmas arra, hogy a Nap helyzetét az ekliptikán megállapítsuk.

Mivel a kódexben ábrákat is találunk a bolygómozgások illusztrálására, felmerülhet, hogy esetleg a táblázatok és az ábrák együttesen teszik lehetővé a po-

<sup>58</sup> Zinner (1937): 286.

<sup>59</sup> Zsoldos (2014).

zíciónak meghatározását. Azonban ez a lehetőség sem áll fent, az ábrák ugyanis nincsenek kalibrálva. Ha azonban feltesszük, hogy tényleg létezett egy *stellarium* nevű műszer a megfelelő skálákkal, akkor máris használhatóvá válik a kódex. Tolhopff ugyanis helyesen és érthetően magyarázza el a definíciókat és a használat módját is.

Vegyük ismét a Napot példaként, melynek közepes helyét és mozgását az alábbiak szerint definiálja Tolhopff:

„A Nap közepes helyét a Zodiákuson a Föld középpontjától a Zodiákusig húzott egyenes mutatja, mely egyenlő távolságra van az excentrikus középpontjától az excentrikus körön levő Nap középpontján [áthaladó egyenessel]. A Nap közepes mozgása pedig a Zodiákus azon szöge, mely az első mozgatóban a Kos kezdetétől az állatövi jegyeken keresztül a számolt közepes hely egyenesséig tart.”<sup>60</sup>

Megadja a pozíció meghatározásának menetét is:

„Először húzzunk egyenest a Föld d középpontjától a Nap közepes helyéig, amelyet a táblázatban megtalálunk. Másodszor húzzunk egyenest az excentrikus kör c középpontjából, mely az elsőől egyenlő távolságra van [párhuzamos vele] a Nap excentrikusáig [a kör kerületéig]. A Nap testének centruma az excentrikuson látszik. Ha a Napon keresztül a Földtől kiinduló egyenest a Zodiákusig meghosszabbítjuk, az a Nap valódi helyét mutatja ugyanezen a Zodiákuson.”<sup>61</sup>

A 2. ábra segítségével (a leírás d és c pontja az ábra F és D pontjának felel meg) könnyen belátható, hogy Tolhopff definíciója és eljárása helyes és megfelelt a kor gyakorlatának.

Az I. táblázattal kapcsolatban felmerülhet egy kérdés, miért éppen 49000 évig adta meg Tolhopff a Nap mozgását? Ennek oka az, hogy a precesszió periódusát a párizsi Alfonz-táblákkal egyezően 49000 évnél vette. Egy táblázatban megadta a precesszió és a trepidáció értékeit is, az első a helyes

$$p_1 = 360t / 49000$$

<sup>60</sup> Tolhopff (1480): f. 14v.

<sup>61</sup> Tolhopff (1480): f. 15v.

képlettel számolva, míg a trepidáció esetében csak az *argumentumot* számolta ki:

$$p_2 = 360t/7000.$$

A helyes értéket a

$$p_2 = 9^\circ \sin(360t/7000)^{62}$$

képlettel kapjuk meg.

Tolhopff hasonlóan járt el a többi bolygó esetében is. Mindegyiknél csak a közepes mozgást tabulálta, az illusztráló ábrák tényleg csak illusztrációk, a bolygók pozíciójának meghatározására nem alkalmasak. Viszont ha tényleg létezett a *stellarium* nevű eszköz, megfelelően kalibrálva, akkor a kódex ezzel együtt valóban lehetővé tette a pozíciók megtalálását.

A Tolhopff-féle táblázat nem egyedi jelenség. A közepes mozgásra hasonló, évekre, hónapokra, napokra lebontott táblázat található az Ms. I. 186 jelzetű, az Esztergomi Főszékesegyházi Könyvtárban őrzött kódexben (ff. 29r–33v), és a Cod. II. 1. 4° 61 jelzetű augsburgi kódexben is (ff. 14r–16v).

### *Kéziratok*

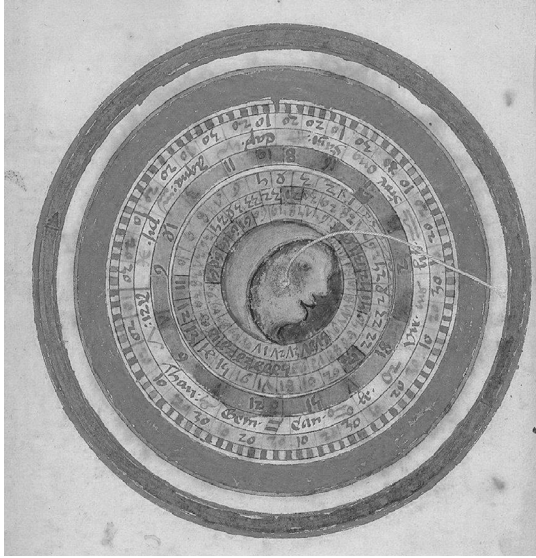
És mi jelent meg ebből a korabeli oktatásban? Eddig csak azt láttuk, hogy a szentbeszédok utaltak a bolygók mozgásával kapcsolatos ismeretekre, míg Tolhopff kódexének olvasóközönsége feltehetően elég kis létszámú lehetett.

Az egykor létezett magyarországi egyetemekről nagyon keveset tudunk, így azt se, hogy milyen csillagászati ismeretekre terjedt ki az oktatás. Fennmaradt azonban néhány iskolai jegyzet, melyek tartalmából legalább az alsófokú oktatásban szereplő csillagászati ismeretekről nyerhetünk képet. A legrégebbi a XII. sz. első feléből fennmaradt iskolai jegyzet,<sup>63</sup> amely azonban csak *computust* tar-

<sup>62</sup> Chabás és Goldstein (2003): 260.

<sup>63</sup> Mészáros (1961), Mészáros (1973).

talmaz.<sup>64</sup> Az időszámítás problémája összefügg a Nap és a Hold járásával, az itt leírt vers azonban csak egy használati utasítás, a mögötte álló elméletnek nyoma sincs – ez természetesen nem is várható el egy iskolában.



8. ábra: Segédeszköz a Hold pozíciójának kiszámításához (Szalkai-kódex, f. 11v; az Esztergomi Főszékesegyházi Könyvtár engedélyével)

Kicsivel többet árul el a bolygókról az 1489–1490-ben keletkezett Szalkai-kódex,<sup>65</sup> mely Szalkai László, a Mohácsnál elesett esztergomi érsek iskolai tananyagát tartalmazza. Az ő jegyzete is a *computus*szal kezdődik. Tanára, Kisvárdai János Petrus Cracoviensis (c. 1430–1474) művét használta fel az oktatáshoz. Itt található a nap- és holdfogyatkozások okainak leírása (5r). Ehhez az ő mozgásukkal legalábbis alapfokon tisztában kellett lenni. Szintén a Hold mozgásához kapcsolódik a 11v oldalon található ábra (8. ábra), és a hozzá tartozó leírás (2or). Ez a kapcsolat azonban csak a naptárral kapcsolatos kérdésekre vonatkozik itt is.

Természetesen az asztrológia sem maradhatott ki sem itt, sem a korábbi művekben. A Pécsi Egyetemi Beszédek éppúgy hivatkozik a bolygók feltételezett

<sup>64</sup> Mészáros (1973), 65–68.

<sup>65</sup> Esztergom, Főszékesegyházi Könyvtár, Ms. II. 395. Lásd Mészáros (1972).

tulajdonságaira (hideg, meleg, száraz, nedves), mint Temesvári Pelbárt. Szalkai tanára sem maradt ki ebből a sorból, így a kódexben is található asztrológia, hol a bolygókhoz, hol a zodiákus csillagképekhez kötődve.

### Végül

A középkori egyetemeken sok magyarországi diák tanult. Annak azonban nem maradt nyoma, hogy milyen csillagászati ismeretekre tettek szert tanulmányaik során. Így a bolygómozgás Kopernikusz előtti, középkori elméletének magyarországi ismeretére sem maradt fent nyom.<sup>66</sup> Ez azonban nem jelenti azt, hogy nálunk ne ismer(het)ték volna a korabeli elméleteket. A fennmaradt művek főleg a vallással kapcsolatosak, kommentárok, beszédgyűjtemények, esetleg iskolai jegyzetek. Ennek ellenére, éppen ezeknek az írásoknak a tanúsága által, mégis állíthatjuk a fentebb felsorolt példák alapján, hogy hazánkban is tisztában voltak a korabeli elképzelésekkel arról, hogy hol és hogyan mozognak a bolygók.

Érdekességként még megemlíthető, hogy a csillagászati témák előfordulása a prédikációkban nem szűnt meg a középkorral.<sup>67</sup> Jacob Schnitzler szebeni iskolagazgató, majd városi lelkész az 1680. évi nagy üstökös kapcsán tartott szentbeszédében részletesen ismertette az üstökösöket,<sup>68</sup> ahogy évtizedekkel előtte Wittenbergben tanulta.<sup>69</sup> Ugyanerről az üstökösről prédikált Kisztei Péter gönci prédikátor is.<sup>70</sup> Kisebb mértékben ugyan, de Tofeus Mihály, Apafi Mihály erdélyi fejedelem udvari papja is hivatkozott a csillagos égre szentbeszédeiben.<sup>71</sup> A legszélsőségesebb eset azonban valószínűleg a XVIII. századi Verestói

<sup>66</sup> Az egyetlen ismert kapcsolat a másként ismeretlen Thadeus Ungarus, lásd Haskins (1924): 104. Az ő neve szerepel Gerard of Cremona Ptolemaiosz-fordításának egy XIII. századi példányán (Laurentian MS. lxxxix. sup. 45.).

<sup>67</sup> És nem is kizárólagosan magyarországi jelenség. Például a neves puritán, Cotton Mather is beszólt csillagászatot prédikációiba, lásd Mather (1721): 11.: „*But if it should be so, that Every Fixed Star in all the Host of Heaven be a Sun, and the Center of a System not unequal to ours, to what Inconceivable Numbers do the Hosts arise?*”

<sup>68</sup> Schnitzler (1681).

<sup>69</sup> Schnitzler (1659).

<sup>70</sup> Kisztei (1683).

<sup>71</sup> Tofeus Mihály (1683): 232.: „A’ nap nyárban a’ fo’ldho’z ko’zelebb jár, a’ fák-is meghozzák leveleket, virágjokat, gyo’mo’lcsó’ket. Télben pedig a’ nyers fát, az aszútul alig ismered-meg, mikor a’ nap távolyabb van a’ fo’ldtu’l.”

György. Ő „a temetést ismeretterjesztésre, és pedig anyanyelvű ismeretterjesztésre használta fel.”<sup>72</sup> Erre jó példát szolgáltat az 1735. július 17-én, Lázár Anna temetésén mondott gyászbeszéde, melyben felsorolja a Nap és a bolygók Földtől való távolságát, először földugárban, majd német mérőföldben.<sup>73</sup> Egy másik, Balog György felett tartott orációban a Nap korát is megmondja:

„De még-is, óh tsudálatos dolog! a’ Nap Világ teremtésétől fogva mind e’ mai napig a’ maga valóságában meg-maradott: úgy hogy e’ mostan folyó Esztendőben a’ Nap 5684. Esztendős légyen, mivel annyi Esztendők töltenek-el Világ teremtésétől fogva e’ mostan folyó Esztendőig...”<sup>74</sup>

Ez igaz a többi bolygóra is, de az üstökösökre már nem. Verestói „ismeretterjesztői” beszédeit a kor fiziko-teológiai irányzatához és professzorságához is kötötték,<sup>75</sup> de nyilvánvalóan egy sokkal korábbi hagyományt is folytat. Amikor Temesvári Pelbárt Jézus második mennybemeneteléről prédikált, ugyanúgy szükségét érezte a távolság kiemelésének, mint évszázadokkal később Verestói. A címek is nagyon hasonlóak, Pelbárt esetében „*In ascensione Domini*”, míg Verestóinál „Az Égnek Utja”, azaz az út, melyet a lélek bejár, amíg felér az égbe.

Végül, álljon itt egy memoriter, amit a bolygók sorrendjének megjegyzésére használtak, egy esztergomi kéziratból:

„*Post sim sum sequitur ultima luna subest.*”<sup>76</sup>

## Köszönet

Számos kollégámnak tartozom köszönettel, kik a munka során segítettek: a Csillagdából Maria Lugaro és Szabados László, az OSZK-ból Bakos József, Farkas Gábor Farkas, Kertész Balázs, Madas Edit, Sarbak Gábor és Zsupán Edina.

<sup>72</sup> Németh (2007): 320.

<sup>73</sup> Verestói (1783): 175–178.

<sup>74</sup> Verestói (1783): 325.

<sup>75</sup> Farkas Wellmann (2013): 143–166.

<sup>76</sup> Esztergom, Főszékesegyházi Könyvtár, Ms. II. 520, f. 8v. A „*sim*” és „*sum*” itt a bolygók sorrendjét jelenti: Saturnus-Iupiter-Mars, illetve Sol-Venus-Mercurius.

*Irodalom*

- Alfraganus (1546): *Alfragani astronomorum peritissimi compendium, id omne quod ad astronomica rudimenta spectat complectens*. Parisiis, Ex officina Christiani Wecheli.
- Anonymous (1974): „The Theory of the Planets.” In: *A Source Book of Medieval Science*. Szerk. Edward Grant, ford. Olaf Pedersen. Cambridge, Harvard University Press, 451–465.
- Bartoniek Emma (1940): *Codices manu scripti latini, Vol. I. Codices latini medii aevi*. Budapest, National Széchényi Library.
- Benjamin, Francis S., Jr. – Toomer, G. J. (1971): *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory*. Madison – Milwaukee – London, University of Wisconsin Press.
- Bodor András (1943): „Szent Gellért Deliberatio-jának főforrása”, *Századok* 77, 173–227.
- Chabás, José – Goldstein, Bernard R. (2003): *The Alfonsine Tables of Toledo*. Dordrecht, Springer.
- Chabás, José – Goldstein, Bernard R. (2004): „Early Alfonsine Astronomy in Paris: The Tables of John Vimond (1320)”, *Suhayl* 4, 207–294.
- Chabás, José – Goldstein, Bernard R. (2012): *A Survey of European Astronomical Tables in the Late Middle Ages*. Leiden – Boston, Brill.
- Csapodiné Gárdonyi Klára (1984): „Tolhopff János, Mátyás király csillagásza”, *Magyar Könyvszemle* 100, 333–340.
- Farkas Wellmann Éva (2013): *Irodalom és közönsége a XVIII. században. Verestói György munkássága*. Budapest, Gondolat.
- Goldstein, Bernard R. (1964): „On the Theory of Trepidation”, *Centaurus* 10, 232–247.
- Grant, Edward (1996): *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Haskins, Charles Homer (1924): *Studies in the History of Mediaeval Science*. Cambridge, Harvard University Press.
- Hayton, Darin (2007): „Martin Bylica at the Court of Matthias Corvinus: Astrology and Politics in Renaissance Hungary”, *Centaurus* 49, 185–198.
- Hayton, Darin (2010): „Expertise Ex Stellis: Comets, Horoscopes, and Politics in Renaissance Hungary”, *Osiris* 25, 27–46.

- Johannes de Saxonia (1483): *Alfontij regis castelle illustrissimi celestium motuum tabule*. [Venezia], Erhardus Ratdolt.
- John of Saxony (1974): „Extracts from the Alfonsine Tables and Rules for Their Use.” In: *A Source Book of Medieval Science*. Szerk. Edward Grant, ford. Victor E. Thoren és Edward Grant. Cambridge, Harvard University Press. 465–472.
- Karácsonyi Béla – Szegfű László (1999): *Deliberatio Gerardi Moresanae Ecclesiae Episcopi Svpra Hymnum Trium Pverorum*. Szeged, Scriptum.
- Kertész Balázs (2009): „Two Hungarian Friars Minor (Franciscan Observants) in the Late Middle Ages: Pelbart de Temesvár and Oswald de Lasko.” In: *Infima Aetas Pannonica. Studies in Late Medieval Hungarian History*. Szerk. Péter E. Kovács – Kornél Szovák. Budapest, Corvina. 60–78.
- Kisztei Péter (1683): *Üstökös csillag*. Cassán, Nyomtattatott Bosytz István által.
- Küküllei János (2000): *Lajos király krónikája*. Ford. utószó és jegyz. Kristó Gyula. Budapest, Osiris.
- Madas Edit (2002): *Középkori prédikációirodalmunk történetéből*. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó.
- Madas Edit – Monok István (1998): *A könyvkultúra Magyarországon a kezdetektől 1730-ig*. Budapest, Balassi.
- Martianus Capella (1983): *De nuptiis Philologiae et Mercurii*. Szerk. James Willis. Leipzig, B. G. Teubner.
- Mather, Cotton (1721): *A Vision in the Temple. The Lord of Hosts, Adored; And the King of Glory Proclaimed*. Boston, Printed for Robert Starkey.
- Mészáros István (1961): „Magyarországi iskoláskönyv a XII. század első feléből”, *Magyar Könyvszemle* 77, 371–398.
- Mészáros István (1972): *A Szalkai-kódex és a XV. század végi sárospataki iskola*. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Mészáros István (1973): *A XII. századi esztergomi diákjegyzet*. Budapest, OPKM.
- Nemerkényi Előd (2004): *Latin Classics in Medieval Hungary. Eleventh Century*. Debrecen – Budapest, CEU.
- Németh S. Katalin (2007): „Verestóiról – másként.” In: *Kolligátum. Tanulmányok a hetvenéves Bíró Ferenc tiszteletére*. Szerk. Devescovi Balázs, Szilágyi Márton és Vaderna Gábor. Budapest, Ráció. 314–322.



- Pedersen, Olaf (1975): „The Corpus Astronomicum and the Traditions of Mediaeval Latin Astronomy.” In: *Astronomy of Copernicus and Its Background*. Szerk. Owen Gingerich – Jerzy Dobrzycki. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk, Ossolineum. 57–96.
- Pedersen, Olaf (1978): „The Decline and Fall of the Theorica Planetarum.” In: *Science and History. Studies in Honor of Edward Rosen*. Szerk. Erna Hilstein, Paweł Czartoryski, Frank D. Grande. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk, Ossolineum. 157–185.
- Pedersen, Olaf (1981): „The Origins of the 'Theorica Planetarum'”, *Journal for the History of Astronomy* **12**, 113–123.
- Pedersen, Olaf (1985): „In Quest of Sacrobosco”, *Journal for the History of Astronomy* **16**, 175–220.
- Pedersen, Olaf (2011): *A Survey of the Almagest*. Kommentárokkal és jegyzetekkel ellátta Alexander Jones. New York – Dordrecht – Heidelberg – London, Springer.
- Pelbartus de Themeswar [Temesvári Pelbárt] (1502): *Pomerium de Sanctis*. [Augusta Vindelicorum], [Otmar Schönsperger].
- Pelbartus de Themeswar [Temesvári Pelbárt] (1586): *Avrevm Sacrae Theologiae Rosarivm*. Venetiis, Damiani Zenarii.
- Petrovich Ede – Timkovics Pál (szerk.) (1993): *Sermones Compilati in studio generali Quinqueecclesiensi in regno Hungariae*. Budapest, Akadémiai-Argumentum.
- Schnitzler, Jacob (1659): *Disputatio Astronomica De Stellis Erraticis Extraordinariis seu Cometis*. Wittebergae, Typis Johannis Haken.
- Schnitzler, Jacob (1681): *Comet-Stern Predigt*. [Nagyszében], Gedruckt bey Stephano Jüngling.
- Thorndike, Lynn (1949): *The Sphere of Sacrobosco and Its Commentators*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Timkovics Pál (1979): „A 'Pécsi Egyetemi Beszédék' szellemi háttere”, *Irodalomtörténeti Közlemények* **83**, 1–14.
- Tofeus Mihály (1683): *A' szent soltárok resolutioja*. Kolosvaratt, Kinyomtattott, a' Fejedelmi Méltóságok parancsolattyából s' ko'ltségevél.
- Toldy Ferencz (szerk.) (1986) [1988]: *Analecta monumentorum Hungariae*. Sajtó alá rend. Érszegi Géza. Budapest, MTA Könyvtára.

- Tolhopff, Johannes (1480): *Stellarium*. Wolfenbüttel, Herzog August Bibliothek, Cod. Guelf. 84.1 Aug. 4°.
- Toomer, G. J. (1968): „A Survey of the Toledan Tables”, *Osiris* **15**, 5–174.
- Verestói György (1783): *Holtakkal való barátság*. Kolo'sváratt, Nyomt. A' Reform. Kollégium Betüivel, Kaprontzai Ádám által.
- Villani, Giovanni (1728): „Historie Fiorentine di Giovanni Villani cittadino Fiorentino, fino all' Anno MDCCCXLVIII.” In: *Rerum Italicarum Scriptores*. Tomus Decimustertius. Szerk. Ludovico Muratori. Mediolani, Ex Typographia Societatis Palatinae in Regia Curia. 9–1002.
- William of Conches (1997): *Dialogue on Natural Philosophy (Dragmaticon Philosophiae)*. Szerk és ford. Italo Ronca – Matthew Curr. Notre Dame, University of Notre Dame Press.
- Zemplén Jolán (1961): *A magyarországi fizika története 1711-ig*. Budapest, Akadémiai.
- Zinner Ernő [Ernst Zinner] (1937): „Regiomontanus Magyarországon”, *Matematikai és Természettudományi Értesítő* **55**, 280–288.
- Zinner, Ernst (1968): *Leben und Wirken des Johannes Müller aus Königsberg – genannt Regiomontanus*. Osnabrück, Zeller.
- Zsoldos Endre (2010): „A 'Pécsi Egyetemi Beszédek' csillagászati tartalmáról”, *Magyar Könyvszemle* **126**, 293–311.
- Zsoldos Endre (2013): „Temesvári Pelbárt csillagászati tudománya”, *Magyar Könyvszemle* **129**, 23–46.
- Zsoldos Endre (2014): „The *Stellarium* of Johannes Tolhopff.” In: *Corvina Augusta. Die Handschriften des Königs Matthias Corvinus in der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel*. Szerk. Christian Heitzmann közreműködésével Edina Zsupán [Supplementum Corvinianum III]. Budapest, Bibliotheca Nationalis Hungariae. 213–221.



# Kopernikusz érvei a heliocentrikus hipotézis mellett<sup>1</sup>

KUTROVÁTZ GÁBOR

Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Természettudományi Kar

*Nem kétlem, hogy az értő és tanult matematikusok egyet fognak velem érteni, ha – amint azt a bölcelet e fajtája különösen megköveteli – hajlandók nem felszínesen, hanem alaposan végiggondolni és befogadni mindazt, amit ebben a műben előterjesztek a dolgok bizonyítása érdekében. És hogy a tanulatlanok a tanultakhoz hasonlóan szintén láthassák, hogy nem menekülök senki ítélete elől, úgy találtam illőnek, hogy vizsgálataim eredményeit Szentségednek ajánljam, mintsem bárki másnak...*

(Kopernikusz [1543]: IV retro – IV verso)

## Bevezetés

A modern tudomány kialakulásához vezető folyamatban, az ún. tudományos forradalomban meghatározó szerepet játszott a XVI. századi lengyel-porosz tudós, Nicolaus Kopernikusz csillagászati hipotézise. A hipotézis szerint az égitestek mozgásának középpontjában nem a Föld áll, mint ahogy azt a korábbi csillagászati hagyomány uralkodó elképzelései vallották, hanem a Nap – ezért Kopernikusz hipotézisét heliocentrikusnak nevezik. Ez az elképzelés döntően befolyásolta a tudományok későbbi fejlődését, ugyanis olyan elméletek kidolgozását ösztönözte (Giordano Bruno kozmológiájától Johannes Kepler bolygómozgás-törvényein és Galileo Galilei mechanikáján keresztül Isaac Newton fizikájáig), amelyek alapvetően meghatározták a modern tudomány arculatát. Mi sem mutatja jobban ezt a hatást, mint az, hogy a tudományos forradalmat sokan éppen az 1543-as évtől, Kopernikusz nagy csillagászati munkájának, a *De revo-*

---

<sup>1</sup> A tanulmány a következő írás kibővített változata: Kutrovácz Gábor (2015): „Miért helyezte Kopernikusz a Napot a középpontba?” *Magyar Tudomány*, 2015/március, 258–267.

*lutionibus orbium coelestium*nak (*Az égi pályák forgásáról*nak) a megjelenésétől datálják.<sup>2</sup>

Ugyanakkor ez a forradalmi elgondolás csak lassan, generációkkal Kopernikusz után vált általánosan elfogadottá. Ebben nemcsak az játszott szerepet, hogy a napközéppontú csillagászat szükségessé tette a fizika alapfogalmainak újragondolását (hiszen az arisztotelészi–középkori fizika számos elve a földközéppontú hipotézisre épült), hanem az is, hogy Kopernikusz elképzelésének helyességére igen nehéz volt bizonyítékokat találni. A Föld Nap körüli keringésének első empirikus bizonyítékát csak 1838-ban, a közeli csillagok ún. éves parallaxisának kiméréseével sikerült megszerezni,<sup>3</sup> míg a Föld forgását Léon Foucault híres ingakísérletével demonstrálták meggyőzően 1851-ben.<sup>4</sup> Mégis, nagyjából a XVII. század derekától, mintegy száz évvel Kopernikusz halálát követően általánosan elfogadottá váltak a kopernikuszi tanok, pontosabban azoknak a Kepler, majd Newton és mások által módosított változatai, annak ellenére, hogy a perdöntő empirikus bizonyítékokra még nagyjából további kétszáz évet kellett várni. Jogos tehát Kopernikusz elméletét „hipotézisnek” nevezni, és nem csak a szónak abban az eredeti értelmében, amelynek megfelelően Kopernikusz korában minden, a bolygómozgásokat leíró matematikai elméletet hipotézisnek neveztek.<sup>5</sup>

Felmerül tehát a kérdés, hogy mi készítette a modern tudomány úttörőit arra, hogy bizonyítékok híján is elfogadják Kopernikusz hipotézisét. A válasz szinte reménytelenül összetett, és Galilei távcsöves megfigyeléseitől Kepler rendkívül pontos előrejelzésein át Newton mozgástörvényeiig rengeteg tényezőt magában foglal. Ebben az írásban egy ennél szűkebb kérdésre keresem a választ: mik vol-

<sup>2</sup> Lásd például a *Wikipedia* angol és magyar nyelvű szócikkeit „tudományos forradalom” témában (URL<sub>1</sub>, URL<sub>2</sub>).

<sup>3</sup> A Földre érkező fény ún. aberrációjának (a Föld mozgása miatti látszólagos eltéréseinek) megfigyelése már 1729-től közvetett bizonyítékot szolgáltatott, ám ennek értelmezése az optikai háttérelméleteken múltott, és a XIX. századig erősen vitatott volt.

<sup>4</sup> Közvetett igazolást kínált korábban a Föld lapult alakja, melyet az 1730-as években sikerült kimérni, valamint a XVIII. század végén megszorodó ejtési kísérletek sora (a zuhanás iránya eltér a függőlegestől).

<sup>5</sup> Modern filozófiai terminussal élve a klasszikus csillagászat „antirealista” vagy „instrumentalista” volt, azaz az elméletek célja nem az volt, hogy a valóság igaz leírását nyújtsák, hanem az, hogy az égitestek pozíciójának előrejelzésére szolgáló matematikai eszközöket kínáljanak. (Lásd bővebben Duhem [2005].) Ezt a megszorítást a *De revolutionibus* egyik előszava is megerősítette, bár mint később kitűdött, ezt az előszót nem Kopernikusz, hanem a nyomdai munkálatokat felügyelő Andreas Osiander írta.

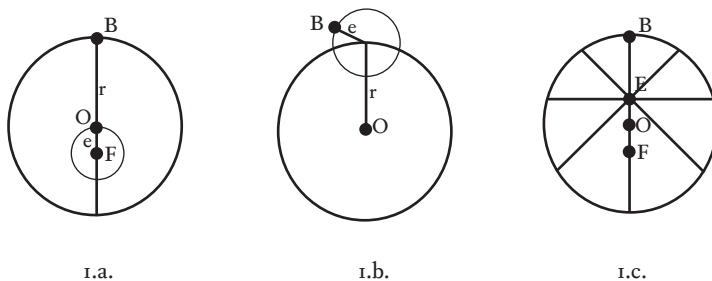
tak a kopernikuszi hipotézis mellett szóló első érvek – azok, amelyek hatására a kezdeti támogatók (Kepler, Galilei) szembefordultak a görög eredetű csillagászati tradíció kétezer éves földközéppontú örökségével? Melyek azok az érvek, amelyekre maga Kopernikusz támaszkodott?

### *Túl könnyű válaszok*

Mielőtt rátérek a válasz körvonalazására, érdemes néhány előzetes negatív megjegyzést tenni, és kiemelni, hogy a népszerű összefoglalások állításaival szemben mik *nem* voltak jellemzők Kopernikusz hipotézisére. Azt állítom, hogy bár Kopernikusz műve forradalmi hatást váltott ki, maga a mű számos szempontból nem volt forradalmi munka (lásd például Kuhn [1985]: 134–136.). Először is, Kopernikusz rendszere nem pontosabb, mint ókori „riválisáé”, az i. sz. II. századi Klaudiosz Ptolemaioszé, akinek *Nagy matematikai összefoglalása (Almagest: Ptolemaiosz [1984])* a technikai csillagászat alapkönyvének számított a XVI. században is. Bár kétségtelen, hogy a Kopernikusz műve alapján készült *Porosz táblázatok* (1551) többnyire pontosabb előrejelzéseket tettek, mint a korábban leginkább elterjedt, a XIII. században összeállított *Alfonz-féle táblázatok*, ám ez elsősorban az újabb megfigyeléseknek és az ezeken alapuló számításoknak volt betudható. Kopernikusz rendszere elviekben nem írja le pontosabban a bolygómozgásokat Ptolemaioszénál, hiszen nagyjából ugyanazokat a (Kepler nyomán tévesnek bizonyult) matematikai szerkesztési elveket használja, mint a görög csillagász. A pontosságbeli forradalmat Kepler törvényei indítják majd el, amelyek Kopernikusztól távol álló elveken alapulnak.

Ez összefügg a második negatív állítással: Kopernikusz rendszere nem modernebb, mint Ptolemaioszé. Hiszen ugyanazokat a modellezési technikákat alkalmazza, mint Ptolemaiosz: az *excenterek*et és az *epiciklus*okat (lásd *1. ábra*). Igaz ugyan, hogy Kopernikusz elveti Ptolemaiosz módszerének harmadik elemét, az *ekvánspontot*, ám ebben korántsem modern szempontok vezérlik, ugyanis azért nem fogadja el azt, mert alkalmazása sérti a platóni elvet, az egyenletes körmozgások követelményét, amihez Kopernikusz ugyanannyira ragaszkodik, mint az őt megelőző kétezer éves csillagászati tradíció egésze (és amit éppen Kepler nyomán fognak számúzni a csillagászatból). Másrészt Kopernikusz gyakorlatilag változtatás nélkül megismétli az *Almagest* matematikai megalapozását,

vagyis a trigonometria elveinek geometriai keretben történő felépítését, figyelmen kívül hagyva azokat az egyébként általa jórészt ismert innovációkat, amelyeket arab-perzsa és európai matematikusok bevezettek a Ptolemaiosz ideje óta eltelt másfél évezred során.



1. ábra: Excenter, epiciklus és ekvánspont.

- 1.a. Excenter: a  $B$  bolygó körpályán mozog, de az  $F$  Föld nem a körpálya  $O$  középpontjában van, hanem abból  $e$  távolsággal kimozdítva. Az  $O$  pont keringhet is  $F$  körül  $e$  sugarú körpályán.
- 1.b. Epiciklus: A  $B$  bolygó egy olyan,  $e$  sugarú körpályán mozog egyenletesen, amelynek középpontja egy nagyobb,  $r$  sugarú körpályán kering az  $O$  középpont körül.
- 1.c. Ekvánspont: A  $B$  bolygónak (vagy az epiciklus kör középpontjának) keringése nem egyenletes, hanem csak a középpontból kimozdított fiktív  $E$  pontból nézve tűnik egyenletesnek, azaz a szögsebesség változik.

A modernség hiánya a kozmológiai elképzelésekben is tetten érhető. Mint ahogy elődei, Kopernikus is fenntartások nélkül beszél az égitesteket hordozó szférákról, bár ezek természetét ő sem tárgyalja, hiszen ez – Arisztotelész elképzelése szerint – nem a matematikai csillagászat feladata. Ugyanezért a bolygómozgások okának kérdését sem firtatja, ugyanis a csillagászat hagyományosan elfogadott szerepe abban áll, hogy matematikai modellt szerkesszen az égitestek mozgásához, és Kopernikus teljesen elfogadja ezt a szerepet. Amennyi fizikára egyáltalán utal a műve bevezető jellegű fejezeteiben, az alapvetően arisztoteléus természetű.<sup>6</sup> Végül fontos megjegyezni, hogy Kopernikus ugyanúgy egy gömb

<sup>6</sup> Az ettől való eltéréseket jól példázza a nehézkedés, vagyis *gravitatio* fogalma, amely szerinte „nem más, mint egyfajta természetes vágy, melyet a mindenség Teremtője helyezett a dolgok részeibe, hogy azok egymáshoz tapadjanak, és gömb alakjában egyesüljenek.” (Kopernikus [1543]:7r.)

alakú és a csillagok szférája által határolt világegyetemet ír le, mint Ptolemaiosz, ami mellett éppen a mű legelső fejezetében érvel.<sup>7</sup>

Harmadjára le kell szögezni, hogy Kopernikusz elmélete korántsem egyszerűbb, mint Ptolemaioszé. Az epiciklusok és excenterek használata miatt ugyanis az égitestek pályája bonyolult szerkesztéseket igényel, és a pályák összessége körülbelül ugyanannyi körből állítható össze, mint Ptolemaiosz világa. Arról nem is beszélve, hogy míg a földközéppontú hipotézis alapján az égitestek látszó pozíciói közvetlenül számíthatók a pályakörökből (hiszen a megfigyelő azok középpontjában áll), addig a napközéppontú rendszerben mind a Föld, mind a kérdéses égitest helyzetét külön-külön ki kell számítani ahhoz, hogy a látszó égi pozíció előre jelezhető legyen, és ennek megfelelően a kopernikuszi modell számításai jóval bonyolultabbak gyakorlati szempontból, mint a ptolemaioszi számítások.

Persze maga Kopernikusz – a ma elterjedt sztereotípiák ellenére – nem is állítja azt, hogy modellje pontosabb vagy modernebb volna, mint Ptolemaioszé (bár időnként egyszerűbbnek feltételezi, ám ez az egyszerűség nem a matematikai részletekből adódik, hanem azokból az összefüggésekből, amelyeket alább tárgyalok). Ha meg akarjuk érteni, miben látta hipotézisének előnyeit, kénytelenek vagyunk magukhoz a fennmaradt szövegekhez fordulni.

### *A források*

Kopernikusz esetén a forrásaink szűkösek. Sajnos nem maradt ránk tőle például olyan levelezés, amely alapján belepillanthatnánk személyesebb motivációiba, vagy viták kontextusában láthatnánk az érveit, és nem állnak rendelkezésre olyan, korai munkák sem, amelyekben kifejlődésében vizsgálhatnánk a napközéppontúság kopernikuszi hipotézisét. Minden olyan írása, amely ma rendelkez-

---

Ugyanis az arisztotelészi magyarázat, hogy a nehéz testek természetük szerint lefelé, *tehát* a világ középpontja felé törekednek, nem működik akkor, ha nem a Föld van a világ közepén.

<sup>7</sup> Kétségtelen, hogy a végesség tekintetében nem foglal egyértelműen állást: „Hagyjuk hát a világegyetem végességének vagy végtelenségének a kérdését a filozófusokra.” (Kopernikusz [1543]: 6r.) Ugyanakkor a probléma még csak abban a formában vetődik fel, hogy létezhet-e határtalan tér *túl* a csillagok szféráján, amelyet továbbra is végesnek és gömb alakúnak tekint. Ez pedig szintén nem csillagászati kérdés a számára.



zésünkre áll, vagy eleve feltételezi a Nap központi helyzetét, vagy nem érinti ezt a kérdést. Így feltehetőleg sosem fogjuk tudni rekonstruálni, hogyan vált Kopernikusz kopernikánussá.<sup>8</sup>

Három csillagászati munkájáról tudunk. Az első egy rövid, kéziratossá tett mű, amelyet soha nem szánt kiadásra, a *Kis kommentár az égi mozgások hipotéziséhez* (röviden *Commentariolusként* szokás hivatkozni rá). Hogy pontosan mikor írta, azt ma már lehetetlen megállapítani, az első említése 1514-ből származik, bár feltehetőleg néhány évvel korábban keletkezett. A második egy ennél is rövidebb, felkérésre írt levél 1524-ből, amelyben egy kortárs csillagász, Johannes Werner munkáját kritizálja – ez szintén nem megjelenésre szánt szöveg. A harmadik pedig maga a *De revolutionibus*, amelyen ugyan évtizedeken át dolgozott, de csak halálának évében, 1543-ban jelentette meg, környezete hosszas unszolására. Mivel a Werner ellen írt levele nem utal Kopernikusz saját modelljére, a heliocentrikus hipotézisre, ezért csak a *Commentariolus* és a *De revolutionibus* szolgálhat e tanulmány alapkérdése számára elsődleges forrásul.

Ezeket a forrásokat érdemes kiegészíteni egy harmadik szöveggel, Rheticus *Narratio primájával*. Georg Joachim Rheticus Kopernikusz egyetlen tanítványa és munkatársa volt, aki 1539-ben érkezett az idős csillagászhoz, hogy rávegye a vonakodó mestert várva várt művének kiadására. Miközben Kopernikusz sajtó alá rendezte a kéziratokat, Rheticus türelmetlenségében írt egy gyors összefoglalást a nagy műről, hogy minél hamarabb tájékoztassa, egyben felkészítse a közönséget a várható elmélettel kapcsolatban. Az 1540-ben megjelent *Első összefoglalás (Narratio prima)* népszerű és könnyen, komoly matematikai ismeretek nélkül is áttekinthető ismertetést nyújt a heliocentrikus hipotézisről. Mivel a mű szövege a Kopernikusszal folytatott hosszas konzultációk eredményeként született, nagyon valószínű, hogy a benne felsorakoztatott érvek jórészt az idős mestertől származnak, illetve az ő nézeteit tükrözik. Ezért a vizsgálat kiterjesztése érdekében Rheticus szövegét is forrásnak fogom tekinteni.

<sup>8</sup> A klasszikus tudományfilozófiában szokás különbséget tenni a felfedezés kontextusa és az igazolás kontextusa között. A mi esetünkben a felfedezés kontextusa (hogyan jött rá?) tehát hozzáférhetetlen, és csak az igazolás kontextusa (hogyan bizonyította?) látható.

## A *Commentariolus*

A *Commentariolus* felvázolja a napközéppontú hipotézis alapjait. Ebben a rövid ismertetésben Kopernikusznak szemmel láthatólag nem célja, hogy hosszasan érveljen alapelvei mellett, vagy hogy alaposan ismertesse modelljének matematikai részleteit (amelyeket egy későbbi, hosszabb műben tervez kifejteni). Az alapelvek tömör felsorolása után körvonalazza rendszerének főbb elemeit, vagyis hogy az egyes égitestek mozgását hány kör segítségével és azok milyen elrendezésével tudja visszaadni. Bár bizonyos részletek eltérnek még a *De revolutionibus* rendszerétől,<sup>9</sup> de az alapvető elemeiben megegyezik vele.

De vajon miért van szükség a napközéppontú hipotézisre? A mű bevezetője röviden ismerteti a korábbi csillagászati rendszerek elveit és elégtelenségeit,<sup>10</sup> majd kijelenti, hogy talán kigondolható

„a körök egy ésszerűbb elrendezése, amelyből minden látszó egyenlőtlenség levezethető, és amelyben minden a saját központja körül mozog egyenletesen, ahogy azt az abszolút mozgás szabálya megkívánja.” (Kopernikusz [1971]: 57.)

Ezek után lefekteti saját feltevéseit (lásd alább), majd kijelenti:

„Ezen feltevések leszögezése után megpróbálok megmutatni, hogy miként lehet módszeresen megőrizni a mozgások egyformaságát.” (I. m., 59.)

Tehát úgy tűnik, hogy a korábbi hipotézisek problémája az „egyformaság” és az ésszerű, közös rendező elv hiánya. De vajon mi lehet az a rendező elv, amelyből

<sup>9</sup> Például a korai műben a Nap (azaz a Föld) excentricitása fix irányú, míg a későbbiekben mozog. Vagy a korai munka epiciklusokon mozgó másodlagos epiciklusokkal dolgozott, míg a későbbi jó részét excenterekkel váltotta fel azokat. Vagy a korai munkában a földtengely mozgásának részleteit még nem dolgozza ki, míg a későbbiekben a Tavaszpont precessziója (ami itt Hipparkhosz felfedezésének újraértelmezése) mellé az ún. trepidációt is felveszi (arabok által kidolgozott, ám később tévesnek bizonyult elmélet a precesszió periodikus ingadozásáról). Ezeket az eltéréseket a fő kérdésünk szempontjából lényegtelennek tekinthetjük.

<sup>10</sup> Az eudoxoszi szféraelmélet fő hibája, hogy a földközéppontú gömbhéjakon utazó bolygók Földtől mért távolsága állandó, így nem tud számot adni a bolygók fényességváltozásairól. Ptolemaiosz legsúlyosabb bűne az, hogy bevezette az ekváns pontot, és ezzel megsértette a szabályos körmozgások elvét.

a rendszer részletei levezethetők? Ez kiderül az axiómának is nevezett feltevésekből:

- „1. Az égitesteknek és égi szféráknak nincs egyetlen központjuk.
2. A Föld központja nem központja az univerzumnak, hanem csak a gravitációnak és a Hold szférájának.
3. Minden szféra a Nap körül forog, mely mindennek a közepén áll, ennél fogva a Nap közelében található az univerzum középpontja.<sup>11</sup>
4. A Föld-Nap-távolság aránya a csillagos ég magasságához olyan sokkal kisebb, mint a Föld sugarának aránya a Naptól mért távolságához, hogy a Föld-Nap-távolság észrevehetetlenül kicsi a csillagos ég magasságához képest.<sup>12</sup>
5. A csillagos ég mozgásának látszata nem a csillagos ég valódi mozgásának, hanem a *Föld mozgásának következménye*. A Föld a környező elemekkel együtt naponta egyszer megfordul rögzített pólusai körül, míg a csillagok és a legfelsőbb mennyek mozdulatlanul maradnak.
6. A Nap mozgásának látszata nem saját mozgásának, hanem a *Föld mozgásának következménye*, mellyel ugyanúgy keringünk a Nap körül, mint bármelyik másik bolygó. Így a Földnek egynél több mozgása is van.
7. A bolygók látszó retrográd és direkt mozgásai<sup>13</sup> nem saját mozgásuknak, hanem a *Föld mozgásának következményei*. A *Föld mozgása tehát képes ma-*

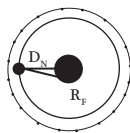
<sup>11</sup> A bolygók fő körői (deferensei) Kopernikusnál is Ptolemaioszhoz hasonlóan excentrikusak, így a Nap középen van ugyan, de nem a szférák matematikai középpontjában.

<sup>12</sup> Ugyanez az aránypár bukkan fel kétezer évvel korábban Arkhimédész egyik szövegében, a *Homokszámlálás* bevezetőjében (Heath [1897]: 222.), ahol a szerző a szamoszi Arisztarkhosz – sajnos ma részleteiben ismeretlen – napközéppontú elméletére utal: Arisztarkhosz szerint a Föld pályakörének sugara úgy aránylik az állócsillagok távolságához (a heliocentrikus kozmosz méretéhez), mint ahogy a földközéppontú elmélet hívei szerint a Föld mérete aránylik a geocentrikus világegyetem méretéhez. Ha az arisztotelészi szféraelmélettel összhangban feltesszük, hogy a Nap a világegyetem szélén kering (vagyis annak elhanyagolható szomszédságában, hiszen az egymásra boruló szférák igen keskenyek), akkor a világegyetem sugara nagyjából megegyezik a Föld-Nap-távolsággal, azaz a fenti aránypár:  $R_F/D_{NF} = D_{NF}/R_C$  ( $R_F$ : Föld sugara;  $D_{NF}$ : Föld-Nap-távolság;  $R_C$ : csillagszféra sugara) (lásd a 2. ábrát). Ez a különös aránypár részletesebb magyarázatot igényel, ami a parallaxis fogalmához kapcsolódik, és a 27. lábjegyzetben térünk vissza rá.

<sup>13</sup> A Nap és a Hold egy irányban (nyugatról kelet felé) mozog a csillagokhoz képest. A bolygók is többnyire ezt az irányt követik (direkt mozgás), ám néha megtorpannak és ideiglenesen hátrálnak (retrográd mozgás). Feltehetőleg erre utal a „bolygó csillag” (*ἀστήρ πλανήτης*) kifejezés is, hiszen ezek az égitestek mintegy bolyonganak a csillagos ég háttere előtt.

gyarázatot adni az egek mozgásában látszó számos egyenlőtlenségre.” (I. m.: 58–59., kiemelés tőlem.)

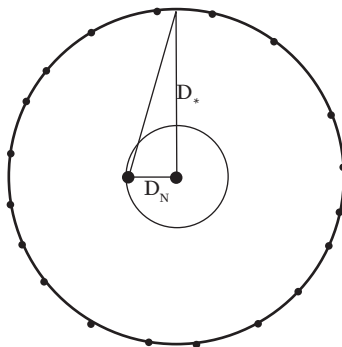
Sztenderd világgkép  
(pl. Arkhimédész):



$$\frac{R_F}{D_N} = \frac{D_N}{D_*}$$

$R_F$ : a földgolyó sugara  
 $D_N$ : a Föld és a Nap távolsága  
 $D_*$ : a csillagok távolsága a Naptól  
(Arisztarkhosz szerint)

Arisztarkhosz világgképe:



2. ábra: Az Arkhimédész *Homokszámlálásában* felbukkanó arány.  
(Magyarozatért lásd a szöveg 12. lábjegyzetét.)

Egyfelől azért idéztem a feltevéseket teljes terjedelmükben, mert Kopernikusz semmilyen más szövegében, tehát a *De revolutionibus* vonatkozó fejezeteiben sem fejt ki ennyire tömören és világosan a heliocentrikus rendszer alapjait. Másrészt az általam kiemelt szövegrészekben tetten érhető az a közös rendező elv, amelyet keresünk: ez nem más, mint a Föld mozgása, amely magyarázatot ad a mozgások rendszerének számos elemére.

Kopernikusz ezek után azt ígéri az olvasónak, hogy „a körök bemutatása során erős bizonyítékot” szolgáltat a Föld mozgására (i. m.: 59.). A mai olvasó azonban csalódhat, ha túl magasak az elvárásai: döntő empirikus bizonyíték helyett azt láthatjuk, hogy a körök<sup>14</sup> *feltehetőleg* (azok számára, akik igen jól ismerik a geometriát és az égitestek járását) megfelelő pontossággal leírják a látszó mozgásokat. Ezt azonban a ptolemaioszi elmélet is teljesítette. A különbség abban áll, hogy az egyes mozgások magyarázatánál Kopernikusz a Föld mozgá-

<sup>14</sup> A Föld 3, a Merkúr 7, a többi bolygó 5-5 körrel magyarázható. A Hold 4 körmozgást kap. „Így összességében 34 kör elegendő ahhoz, hogy megmagyarázza az egész univerzum szerkezetét és az összes bolygó táncát.” (I. m.: 90.)

sát is mindig figyelembe veszi. Így teljesíti a hipotézis a kitűzött célját: a Föld mozgása egy olyan központi elvként szolgál, amelynek segítségével összefüggő rendszerként lehet elrendezni az égi mozgások összességét.

### *A Narratio prima*

Szemben a *Commentariolusszal*, amely a napközéppontúság elvének ismertetésével indít, Rheticus összefoglalója rendkívül lassan és körülményesen közelíti meg a témát. A 17 fejezetre osztott szöveg nagyjából első harmadában (vagyis az előszótól a 7. fejezet végéig) még csak utalás sem esik arra, hogy a mester, akinek művét Rheticus hosszasan és részletesen méltatja, a Napot helyezte a rendszere középpontjába. Ehelyett alaposan megvizsgálja a precesszió és trepidáció koppernikuszi modelljét, az ekliptika dőlésének változását, a Nap apogeumában és excentricitásában bekövetkező változásokat és hasonló technikai témákat – mindent feltehetőleg azzal a céllal, hogy kétségen túl bemutassa Kopernikusz csillagászati kompetenciáját és megalapozza tekintélyét.

Végül (érdekes módon) a Hold mozgását<sup>15</sup> tárgyaló fejezet végén bukkan elő a központi gondolat:

„A bolygók esetén minden évben megfigyelhetjük, ahogy előre haladnak, megállnak, visszafordulnak, közelebb vagy távolabb vannak a Földhöz képest stb. Amellett, hogy ezeket a jelenségeket a bolygóknak is tulajdonítjuk, tanárom bemutatása szerint a gömb alakú Föld szabályos mozgásával magyarázhatjuk, amikor is a Napot a világegyetem középpontjába helyezzük...” (Kopernikusz [1971]: 135.)

<sup>15</sup> Kopernikusz már a *Commentariolusban* körvonalazta új holdelméletét, amelynek egy dupla epiciklus segítségével sikerült elkerülnie a ptolemaioszi modell egy sokat bírált hibáját: Ptolemaiosz szerkesztésében a Hold komoly mértékben változtatja a Földtől mért távolságát, és ennek következtében a látszó méretének kettes faktossal kellene változnia, ami nyilvánvalóan ellentmond a megfigyeléseknek. Bár Kopernikusz holdmozgás-modellje komoly előrelépést jelentett, ez természetesen független a fő kopernikuszi gondolattól, azaz a napközéppontúság kérdésétől, hiszen a Hold mindkét elmélet szerint a Föld körül kering.

A szokatlan hipotézis felbukkanásának kontextusát tehát itt is a bolygómozgások szabálytalanságai nyújtják, melyek egy közös mozgással, a Földével magyarázhatók.

Ezek után, a 8. fejezetben Rheticus módszeres támadásba lendül a hagyományos hipotézis ellen, és hat okot sorakoztat fel arra, hogy elveszük az ókori elképzeléseket Kopernikusz javára (i. m.: 136–140.):

1. A Tavaszpont precessziója arra utal, hogy a Föld mozgása képes magyarázni az égi jelenségek zömét. Hiszen ezt a jelenséget Kopernikusz a Föld „harmadik” mozgásához köti, így a csillagos égbolt egész látszólagos mozgását a Föld mozgására vezeti vissza.<sup>16</sup>
2. A Nap mozgásának egyes komponensei (pl. az excentricitás változása) megjelennek a bolygók mozgásában is, ami összefüggésre utal közöttük.
3. Világos, hogy a bolygók deferenseinek középpontja a Nap. Egyrészt a két „alsó” bolygó mindig a Nap közelében marad, másrészt a „felsőbb” bolygók ezzel összhangban változtatják a Földtől mért távolságukat (ahogy a fényességekből látható).<sup>17</sup>
4. Csak így képes minden kör egyenletesen, szabályosan forogni saját központja körül, és nem idegen központ (azaz ekváns) körül.
5. A Föld mozgása magyarázza a többi égitest (kivéve a Hold) mozgásában megfigyelhető egyenlőtlenségeket. Így gazdaságos a magyarázat.
6. Egységes rendszerben kell dolgozni: az egyes részek összefüggenek egymással. Az összefüggések a Nap (látszólagos) mozgásában jelentkeznek, ahogy az tükröződik az egyes bolygók mozgásában.

Ez a lista az első kísérlet a kopernikuszi modell melletti érvek felsorakoztatására. Ám a modern olvasó itt is csalódik: világos, független, tapasztalati alapú bizonyítékok helyett egy rendszertelen, heterogén, helyenként túl tömör és techni-

<sup>16</sup> „A Nap és a Hold látszó mozgásai esetén talán lehetséges tagadni mindazt, amit elmondunk a Föld mozgásáról, de azt nem látom, hogyan vihetjük át a precesszió magyarázatát a csillagok szférájára” – erősíti meg később (i. m.: 164.). A Föld három mozgását a 28. lábjegyzetben fejtem ki.

<sup>17</sup> Erre az összefüggésre a későbbiekben visszatérek. – Egyébként nemcsak a fényességekből látható, hanem a közelebbi bolygók esetén a parallaxisból is: a Mars pl. időnként a Nap „alatt” található (nagyobb a napi, földforgásból származó parallaxisa, azaz közelebb van hozzánk), és ez azt mutatja, hogy a Föld nem lehet középpont, mert akkor a Nap és a Mars szférái kereszteznék egymást.

kai, és sokszor meglehetősen redundáns felsorolást kap.<sup>18</sup> Végeredményben szinte minden érv ugyanarra mutat: a Nap látszólagos (tehát a Föld valódi) mozgásának magyarázó szerepére.

Ugyanezt hangsúlyozza a szerző a világegyetem elrendezését bemutató (10.) fejezet végén: a bolygómozgások

„közös mértéke az a nagy kör, amely a Földet szállítja, mint ahogy a gömb alakú Föld sugara közös mértéke a Hold körének, a Hold és a Nap távolságának stb.”<sup>19</sup> (I. m.: 147.)

Ezt próbálja bemutatni a mű további fejezeteiben, részletesebben tárgyalva az egyes égitestek mozgását. Végül leszögezi, hogy ha valakinek fontos a magyarázatok könnyed, elegáns és mindenre kiterjedő volta, akkor egyetlen más hipotézis sem mutathatja be a mozgásokat pontosabban és világosabban. „Mindezen jelenségek a legnemesebb összefüggéseket mutatják, mintha egy aranylánc kötné össze őket”, hiszen minden, a bolygómozgásokban megfigyelhető egyenlőtlenység a Föld mozgását tanúsítja (i. m.: 165.).

### *A De revolutionibus*

Hasonlóan a *Narratio primához*, a *De revolutionibus* főszövege csak kellő előkészítés után tér rá a heliocentrikus hipotézisre. Ugyanakkor az előszó<sup>20</sup> igyekszik elébe menni a várható teológiai és filozófiai kritikáknak, és előzetesen meg-

<sup>18</sup> Érdemes kiemelni a szöveg „költői” jellegét Kopernikusz szárazabb, „matematikaibb” prózájával szemben. Míg a mester ritkán használ metaforákat, a tanítvány többször is ezekkel támogatja kijelentéseit. Az 5. pontban az óraszerkezet (később igen népszerűvé váló) metaforájával érzékelteti a részek kölcsönös összefüggését, a 6. pontban ugyanezt a hangszer húrjaival illusztrálja (ha egy meglazul, mindet újra kell hangolni), és a mozdulatlan Nap szerepét a központi helyről irányító uralkodó, illetve szív példáival magyarázza.

<sup>19</sup> Az égitestek közti távolságokat az ókortól kezdve (pl. Arisztarkhosz mérései: Heath [1913]: 351–414.) nem földi mértékegységekben (sztadion, mérföld...) volt szokás megadni, hanem a Föld sugarának többszöröseként, hiszen a kozmosz méreteire vonatkozó mérések ezt az egységet tüntették ki. Ptolemaiosz is ezt az egységet használja (Hamm [2011]: 66–68.).

<sup>20</sup> A nyomtatásban megjelent második előszóról beszéllek, melyet Kopernikusz III. Pál pápának címez. Az ezt megelőző, az 5. lábjegyzetben említett előszót nem veszem figyelembe, mert az nem Kopernikusz munkája.

indokolja a mozgó Föld gondolatának szükségét. Ehhez a szerző – csakúgy, mint a *Commentariolus* elején – bemutatja az ókori elméletek elégtelenségét. Egyrészt, a matematikai csillagászat annyira bizonytalan, hogy még a Nap és a Hold mozgását sem tudják teljes bizonyossággal megállapítani.<sup>21</sup> Másrészt, az ókoriak nem jutottak egyetértésre abban, hogy milyen technikákkal modellezzék a mozgásokat: szférákat és excentereket is használtak, ám mindkét megoldásnak vannak hiányosságai. Harmadrészt, az ókoriak külön-külön modellezték az egyes mozgásokat, és hiányozott a rendszerszerű szemlélet. Emiatt felesleges elemeket foglaltak az elméletbe és lényeges részeket hagytak ki belőle. Különösen bosszantó, írja Kopernikusz, hogy az egyébként figyelmes és pontos szerzők a „világ gépezetének” (Kopernikusz [1543]: IIIv) egészével kapcsolatban nem lelték meg a mozgások biztos elvét (*ratio*).<sup>22</sup>

Ezért ő egy eltérő elrendezést keresett, és emiatt vette szemügyre a Föld mozgását feltételező, szintén antik elméleteket.<sup>23</sup> Ahogy végiggondolta az először abszurdnak tűnő elgondolás lehetőségeit, úgy döbbsent rá arra, hogy a segítségével összeáll a kép, mert

„nemcsak az összes jelenség következik ebből, hanem kölcsönös viszonyuk olyan szorosán összefűzi a bolygók és a szférák sorrendjét és nagyságait, valamint a mennyek egészét, hogy egyetlen apró részletet sem változtathatunk meg anélkül, hogy meg ne zavarnánk vele a többi részt és az univerzum egészét” (i. m.).

<sup>21</sup> Kopernikusz itt részben a húsvét dátumának kiszámítását illető nehézségekre, részben a korban használt julián naptár pontatlanságára utal. Az utóbbi problémán igyekezett az egyház úrrá lenni, aminek érdekében konzultáltak a kor neves csillagászaival, köztük Kopernikusszal is, ám a megoldás csak később, 1582-ben született meg, a Gergely-naptár bevezetésével.

<sup>22</sup> A latin *ratio* itt és a szöveg hasonló helyein a görög *λόγος* szónak felel meg, amely egyszerre jelent elvet és mértéket, arányt – tehát a matematikai felépítést. Lásd ehhez a következő szakaszt alább.

<sup>23</sup> Számos ilyenről tudhatott Kopernikusz: Püthagorasz követői szerint a Föld az összes égitesttel együtt a láthatatlan „központi tűz” körül kering, Hérakleidész szerint a Föld a tengelye körül forog – idézi Ciceroétól (i. m.: IVr). Ismertek voltak az atomisták nézetei, akik szerint a testek (és köztük a Föld) egy végtelen űrben zuhannak, valamint a szamoszi Arisztarkhosz korábban említett elmélete, amely alapjaiban megegyezhetett Kopernikuszéval (rá a kéziratban még hivatkozott, de a nyomtatott szövegben már nem). Ezek az ókori nézetek vagy nem támaszkodtak matematikai megalapozásra, vagy amelyek igen, azok részletei nem maradtak ránk.



Erre az összefüggő jellegre az alábbiakban még visszatérünk, most azonban térjünk át a főszöveg vizsgálatára!

Ahogy korábban már megjegyeztem, a *De revolutionibus* számos szinten Ptolemaiosz *Almagest*jének mintáját követi. A heliocentrikus hipotézis megfogalmazásához vezető út bemutatása szempontjából különösen érdekes egy összehasonlító pillantást vetni az *Almagest* vonatkozó fejezeteire. Ptolemaiosz kiindulásként demonstrálja az égbolt, majd a Föld gömb alakját, és ezt követően amellet érvel, hogy (a) a Föld az egek közepén van, és (b) a Föld pontként aránylik az egekhez, valamint (c) a Föld mozdulatlan. Ezzel fel is vázolta a megfigyelőcsillagászat alapfogalmaival összhangban lévő világmodellt, és rögtön továbbléphet ezen alapfogalmak kifejtésére, valamint a matematikai alapok („trigonometria”) tárgyalására. Fontos kiemelni, hogy az (a)–(c) állítások mellett erős geometriai érvek szólnak, amennyiben elfogadjuk az égbolt gömb alakjára és napi körülfordulására vonatkozó előfeltevést, hiszen a napi parallaxis hiánya arra utal, hogy a körpályákon utazó égitestek nem változtatják a megfigyelőtől mért távolságukat, aki ezek szerint a körök középpontjában áll mozdulatlanul. Ugyancsak ezt támasztja alá, hogy a legfontosabb égi főkörök – a horizont, az egyenlítő, az ekliptika és a Tejút egymáshoz ferde körei – mindig felezik egymást, ami csak akkor lehetséges, ha a megfigyelő ezek középpontjában helyezkedik el.

Kopernikusz művének első két fejezete követi Ptolemaiosz gondolatmenetét, hiszen először az égbolt,<sup>24</sup> majd a Föld<sup>25</sup> gömb alakja mellett érvel. Innentől azonban kénytelen elválni az ókori mestertől, ugyanis az (a) és (c) állítások elentmondanak a heliocentrikus hipotézisnek – ezek helyett olyan, látszólag nem

<sup>24</sup> Ptolemaiosz főleg geometriai érvekkel támasztja alá az égbolt gömb alakját: ha napi pályákon mozognak az égitestek, akkor a mozgások látszó geometriája (pl. ismét csak a parallaxis hiánya) a gömb alakra utal. Emellett – mintegy kiegészítésként – a mai olvasónak már nehezebben értelmezhető fizikai, filozófiai érveket is használ. Kopernikusz viszont feltételezi (itt még hallgatólagosan), hogy a napi forgás csak látszólagos, így ő a részletes geometriai érvek helyett csak kissé ingatag fizikai és filozófiai érvekre támaszkodhat.

<sup>25</sup> Mivel az erre vonatkozó bizonyítékok nem függenek a Föld mozgásának problémájától, ugyanazokat az érveket használják: az északi csillagok horizont feletti magassága változik az észak-dél irányú helyzet függvényében, adott holdfogyatkozás megfigyelésének helyi időpontja pedig változik a kelet-nyugat irányú helyzet függvényében, vagyis a felszín mindkét irányban (egyenletesen) görbült. Ehhez adódik hozzá, hogy a tengerfelszín görbülete kitakarja a távoli tárgyak alját bármilyen irányban.

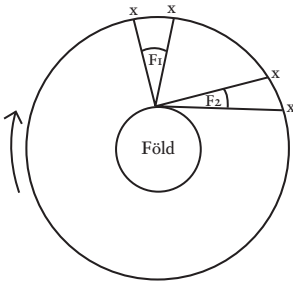
szorosan odaillo témákról beszél, minthogy miként alkot a föld és a víz mint elem egyetlen gömböt (3. fej.),<sup>26</sup> illetve hogy az égi mozgásokhoz elviekben csakis a körpálya illik, mert csak ez képes maradéktalanul visszahozni azt, ami már elmúlt (4. fej.). Ezt követően felveti azt a felépítés szempontjából váratlan kérdést, hogy mozoghat-e a Föld egyáltalán (5. fej.). Leszögezi azt, amit mi főként Galilei nyomán relativitási elvként ismerünk:

„Ugyanis minden látható helyváltozás előfordulása vagy a látott dolog, vagy a megfigyelő mozgására vezethető vissza, vagy pedig kettőjük szükségszerűen egyenlőtlen mozgására.” (I. m.: 3r.)

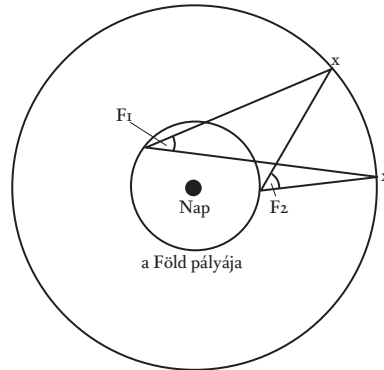
Ezzel az elvvel új értelmet nyer az égbolt napi körülfordulása, és végeredményben ez lesz az, ami alapján a bolygópályák „szabálytalanságai” megfeleltethetők a Föld mozgásának. Ugyanakkor ezen elvnek megfelelően azt kellene várnunk, hogy a Föld Nap körüli keringése látszólag tükröződik a csillagok éves mozgásában is – ezt viszont nem tapasztaljuk. Ezért előzetesen fel kell tenni (6. fej.), hogy a földi méretek elhanyagolhatók az egekhez képest, ám Ptolemaiosz (b) állításával szemben ebbe nemcsak a Föld nagyságát, hanem mozgási körének (*orbis magnus*, „nagy kör”) nagyságát is bele kell értenünk.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Megelőlegezve azt a problémát, hogy az arisztotelészi fizika nem alkalmas a jelenségkör kezelésére a középpontból kimozdított Föld esetén – erre azonban ő nem keres megoldást, hiszen a kérdés nem csillagászati jellegű.

<sup>27</sup> Abból, hogy a napi parallaxis nem észlelhető a csillagok esetén, Ptolemaiosz és az ókori szerzők arra következtettek, hogy a Föld mérete elhanyagolható a csillagos égboltéhoz képest, hiszen a Föld felszínén álló megfigyelő úgy látja a csillagok szféráját, mintha annak középpontjában állna. Abból, hogy az éves parallaxis sem észlelhető a csillagok esetén, Kopernikusznak arra kell következtetnie, hogy a Föld pályájának mérete is elhanyagolható a csillagos égboltéhoz képest, hiszen a Földdel együtt keringő megfigyelő úgy látja a csillagok szféráját, mintha annak középpontjában (vagyis a Nap helyén) állna. (A parallaxis szemléltetéséhez lásd a 3. ábrát.) A *Commentariolus* 4. feltevésében használt (és a 12. lábjegyzetben tárgyalt) arány így kap értelmet: amennyire elhanyagolható a megfigyelő kimozdítottsága a geocentrikus elmélet hívei szerint ( $R_F/D_{N,F}$ ), legalább annyira elhanyagolható a megfigyelő kimozdítottsága a heliocentrikus elmélet szerint ( $D_{N,F}/R_{C_s}$ ) (lásd a 2. ábrát). – Az éves parallaxis hiányát egyébként gyakran használták a Föld mozgása elleni érveként, pl. Tycho Brahe is.



Napi parallaxis (geocentrikus)



Éves parallaxis (heliocentrikus)

Parallaxis: a csillagszféra adott pontjainak megfigyelőtől mért távolsága változik a nap/év mentén, így ezzel a ciklussal kell változnia a csillagok látszó fényességének és a szomszédos csillagok távolságának.)

3. ábra: A napi és az éves parallaxis.

(Magyarozatért lásd a szöveg 27. lábjegyzetét.)

Ptolemaiosznak „könnyű dolga” van tehát annyiban, hogy a megfigyelő-központú rendszere egyenes utat nyit az égi jelenségek leírása felé, és az ennek megfelelő szigorú logikával tárja fel a csillagászat alapjait. Kopernikusz azonban kénytelen „maszatolni”, hiszen az ő rendszerében elválnak egymástól a magyarázat és a megfigyelés nézőpontjai, így nem vezet könnyű út a megfigyelésektől a világ felépítésének leírásáig. Talán egyszerűbb lett volna, ha a *Commentariolus* kifejtését követve itt is a rendszer alapelveinek ismertetésével indít, ám mivel Ptolemaiosz művének íve mentén kezd haladni, a gondolatmenet szükségképpen kissé zavarossá válik. Nem világos, miért bukkan fel a Föld mozgásának elvi lehetősége, és miért szán két fejezetet (7. és 8.) a szerző arra, hogy felsorolja, majd szándékai szerint megcáfolja a Föld mozgásának lehetetlenségére vonatkozó érveket – hiszen ez a kor kategóriái szerint egyáltalán nem csillagászati kérdés, hanem fizikai, ahogy az a vizsgált érvek és kissé suta ellenérvek természetéből világosan látszik. Ezen a ponton Kopernikusz nem a Föld mozgása, hanem a Föld mozgásának *lehetősége* mellett érvel, hogy aztán előre tudja bocsátani (9. fej.): amennyiben elfogadjuk a gondolatot, hogy a Föld kering a Nap körül, úgy nagy lesz a jutalmunk, hiszen

„a bolygók rendjének elve [*ratio*] és a világ harmóniája megtanít minket mindenre, ha (ahogy mondják) mindkét szemünkkel nézünk a dolgokra.” (I. m.: 7v.)

Miután jóhiszeműen megelőlegezte a későbbi bizonyítékok sokaságát, végre részletesen bemutatja (10. fej.) a világ felépítését, kívülről (a csillagok szférájától) haladva a központi Nap felé. Az itt olvasható, a testek sorrendjére vonatkozó érvelés viszonylag nehéz és technikai, és feltételezi az olvasó részéről a vonatkozó égi jelenségek alapos ismeretét. Nyilvánvaló, hogy aki be akarja látni a kopernikuszi hipotézis előnyeit, attól komoly kompetenciát és munkát lehet elvárni:

„Bár mindezek a dolgok bonyolultak s szinte elképzelhetetlenek, és ellentmondanak a többség álláspontjának, mégis, Isten segedelmével az alábbiakban a Naphoz is világosabbá tesszük majd őket, legalábbis azok számára, akik nem járatlanok a matematikában.” (I. m.: 9r.)

Majd hozzá is fog a feladathoz: a Föld három mozgásának<sup>28</sup> ismertetése (II. fejezet) után a trigonometriai alapok kifejtésével folytatja, szinte szolgáian megisméltelve Ptolemaiosz vonatkozó levezetéseit.

A helyzet tehát a következő: ha a mű olvasója hajlandó egy furcsa, a józan észnek ellentmondó hipotézissel élni, és képes ennek következményeit belátni a szerző több száz oldalas matematikai kifejtése alapján, akkor megtalálja a mozgások közös rendező elvét és megérti a világ részeinek harmóniáját. Mindhárom vizsgált műben központi szerepet játszik ez a harmónia, melynek természetét akkor értjük meg pontosabban, ha megvizsgáljuk, mit takar a „szimmetria” fogalma Kopernikusz számára.

<sup>28</sup> Az első a tengely körüli napi forgás, a második a Nap körüli éves keringés. Mivel az ókori hagyomány a forgó mozgásokat velük forgó vonatkoztatási rendszerekből értelmezte, így a „sima” keringés azt eredményezné, hogy a Föld ferde forgástengelye a Naphoz képest mindig egy adott irányba (a Nap felé, vagy tőle elfelé, stb.) mutatna, hasonlóan ahhoz, ahogy a Hold mindig az egyik arcát mutatja a Föld felé. Ahhoz, hogy a Föld tengelye egy nem-forgó nézőpontból állandó irányú lehessen (tehát mindig a Sarkcsillag felé mutathasson), Kopernikusz fel kell tételnie a Föld harmadik mozgását, a tengely visszaforgását. Ez majdnem pont azonos (ill. ellentétes) a keringés periódusával, de kis különbségükből származik a Tavaszpont precessiója (és ún. trepidációja).

## *A szimmetria értelme*

Amikor Kopernikusz a *De revolutionibus* előszavában azt hányja az ókori csillagászok szemére, hogy nem egységes rendszerben szemlélték a mozgásokat, akkor a következő, gyakran idézett képet használja:

„Arra sem voltak képesek, hogy felfedezzék vagy levezessék a legfontosabb belátást, vagyis az univerzum szerkezetét és részeinek valódi szimmetriáját. Ellenben pontosan úgy jártak el, mint aki különböző helyekről vesz kezeket, lábakat, fejet és más részeket, amelyek gyönyörűen vannak ugyan megformálva, de nem ugyanahhoz a testhez tartoznak, és így nem felelnek meg egymásnak – az ilyenekből inkább egy szörnyet, semmint embert lehet összeállítani.” (Kopernikusz [1543]: IIIv.)

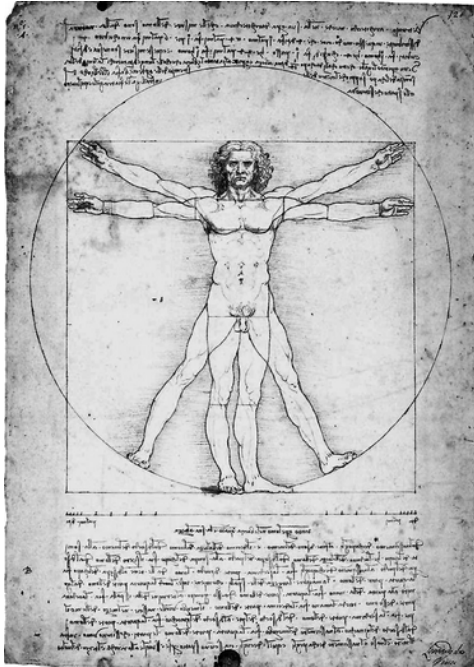
Ebben az idézetben igencsak árulkodó a „szimmetria” kifejezés és az erre épülő művészeti metafora, amelynek megértése közelebb vihet bennünket Kopernikusz legfőbb üzenetéhez (részletes elemzésért lásd: Hallyn [1990]). Bár a szimmetria szó eredeti értelmében összemérhetőséget jelent,<sup>29</sup> az a jelentés, amit Kopernikusz és kora tulajdonít neki, az i. e. I. századi építésztől, Marcus Vitruviustól származik:

„A szimmetria egy mű részeinek megfelelő elrendezése, valamint a részeknek és általában az egésznek a viszonya, egy bizonyos részhez mint mércéhez képest. Így például az emberi testben egyfajta szimmetrikus harmónia áll fenn az alkar, a láb, a tenyér, az ujj és egyéb kis részek között; és ugyanez a helyzet a tökéletes épületekkel is.” (Vitruvius [1955]: 26.)

Vitruvius tehát ugyanazt a metaforát használja, mint Kopernikusz, azaz az emberi testrészek közti megfelelést. Ez a fajta szimmetria rendkívül fontos elv volt a reneszánsz képzőművészetben: ezt illusztrálta Leonardo da Vinci híres rajzával, a *Vitruvius-tanulmánnyal* (4. ábra), amelynek magyarázatában azt írja le,

<sup>29</sup> A matematikában ez a terminus a mennyiségek racionális, „aránnyal kifejezhető” voltak felel meg. Amikhez nem található (az egységgel) közös mérték, azok az irracionális („aszimmetrikus”, *ασυμμετρων*) mennyiségek.

milyen számok szerint aránylanak az egyes testrészek egymáshoz, valamint erről szól Albrecht Dürer *Négy könyv az emberi arányokról* című műve is. A szörny fogalma nem azt jelentette, mint ma (vagyis egyfajta ijesztő, emberre veszélyes természetfeletti vagy mesebeli lényt), hanem olyan létezőt, amely nem egymásnak megfelelő részekből, torzan állt össze.



4. ábra: Leonardo Vitruvius-tanulmánya.

Ha alaposabban meg akarjuk érteni a metafora csillagászati értelmét, akkor előre kell lapoznunk Kopernikusz művében ahhoz a korábban említett fejezethez (I. könyv 10. fej.), melyben az égitestek sorrendjéről olvashatunk. Miután eljutottunk a rendszer vizsgálatában az állócsillagok szférájától a középponti Napig, ezeket az összefoglaló mondatokat olvashatjuk:

„A rendezettség mögött tehát a világ csodálatos szimmetriája rejtőzik. Tiszta harmónia uralkodik a szférák mozgásában és méretében, amely másképpen fel sem fogható. Így ugyanis érthetjük, miért nagyobb a Jupiter progressziója és

retrogressziója, mint a Szaturnuszé, ám kisebb, mint a Marsé [...], valamint azt is látjuk, hogy az ilyen oszcillációk miért gyakoribbak a Szaturnusznál, mint a Jupiternél [...] továbbá, hogy a Szaturnusz, a Jupiter és a Mars miért vannak közelebb a Földhöz, amikor oppozícióban állnak a Nappal, mint amikor elvesznek a Nap sugarai közt, s majd újra előbukkannak onnan. [...] Mindezen jelenségek ugyanazon okból következnek, vagyis a Föld mozgásából.” (Kopernikusz [1543]: 9v–10r.)

Lássuk az egyes elemeket sorjában!<sup>30</sup>

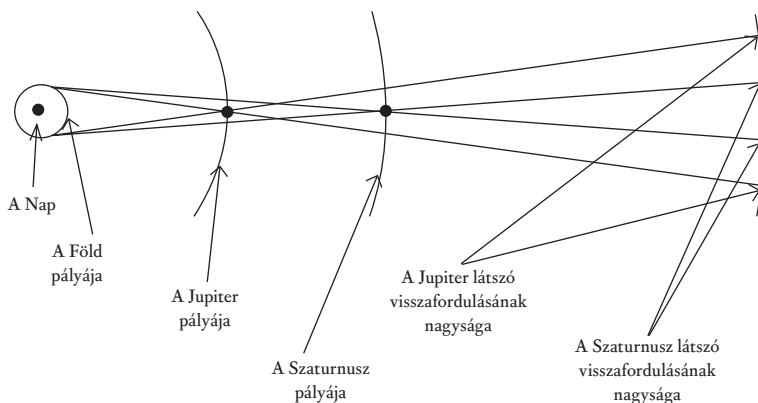
A bolygók „progressziója és retrogressziója” arra a korábban említett jelenségre utal, hogy bár a megfigyelés szerint a bolygók a Naphoz és a Holdhoz hasonlóan egy adott irányban és nagyjából egy közös kör (az ekliptika) mentén, a rájuk jellemző periódussal körben haladnak (progresszió),<sup>31</sup> ám szabályos, saját pályájukra jellemző időközönként megtorpannak, és rövidebb ideig visszafelé haladni látszanak (retrogresszió). Ezt a „hurkos” mozgást adja vissza Ptolemaiosz az epiciklusok segítségével, hiszen, ha megfelelően választjuk a körök méreteit és a rájuk jellemző keringési időket, akkor a két forgás eredője valóban hurkot ír le, így a középponti Földről nézve a bolygók haladását hátráló szakaszok szakítják meg. Ugyanakkor Ptolemaiosz rendszerében fel sem merül az a kérdés, hogy miért éppen akkorák a hátráló szakaszok, vagyis mi határozza meg az epiciklus-körök (és deferens-körök) méretét: ez egyszerűen a megfigyelésekből következik, és a jelenségekhez illesztjük a modell paramétereit.

Kopernikusznál viszont ez utóbbi kérdés új értelmet nyer. Az ő hipotézise szerint – ahogy azt a *Commentariolus* korábban idézett 7. feltevésében le is szögezi – a hátráló mozgás nem valódi, hanem csak látszólagos, annak következménye, hogy a megfigyelő nem a középpontban áll nyugalomban, hanem a középpont körül kering. Amikor a Föld belülről „leelőz” egy külső bolygót (vagy amikor egy belső bolygó belülről „leelőzi” a Földet), akkor a mozgó Földről nézve úgy látjuk, mintha a megfigyelt bolygó visszafelé haladna egy ideig az állócsillagok hátterén, hasonlóan ahhoz, mint amikor egy gyorsabb járműben ülve úgy látjuk, mintha a lassabb, éppen leelőzött jármű hátrálna a háttérhez képest,

<sup>30</sup> A technikai részletek megértéséhez további segítséget nyújt a *Bolygómozgás régen és ma* (URL<sub>3</sub>) címen elérhető animáció.

<sup>31</sup> Mármint az állócsillagokhoz képest, vagyis ha leszámítjuk az égbolt minden égitestre közös napi körülfordulását.

pedig valójában előre halad. Hogy a Jupiter hátrálása nagyobb, mint a Szaturnuszé, az azzal magyarázható, hogy a Jupiter közelebb van a Földhöz, így a Föld keringéséből származó látszólagos hurok nagyobb lesz a csillagszférára vetítve, mint a távolabbi Szaturnusz látszólagos hurka (lásd az 5. ábrát). És természetesen a többi bolygó viszonylatában is pontos, számszerű értelmet nyer minden ilyen összehasonlítás.<sup>32</sup>



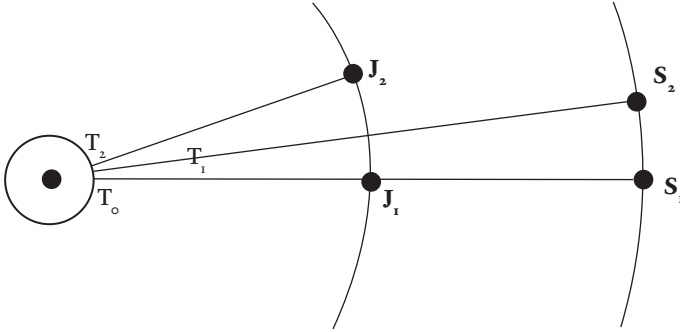
5. ábra: „[...] miért nagyobb a Jupiter progressziója és retrogressziója, mint a Szaturnuszé”.  
(Magyarázatért lásd a szöveget.)

Ugyanígy magyarázható a második állítás is, amely a visszafordulások gyakoriságára vonatkozik. Ptolemaiosz rendszerében ez szintén csupán egy fenomenológikus paraméter, amelyet a megfigyelt jelenségekhez illesztünk. Kopernikusz azonban erre is képes mélyebb magyarázatot nyújtani: mivel a keringő Föld gyakrabban éri utol és előzi le a Szaturnuszt, mint a gyorsabban és kisebb pályán keringő Jupitert, így ebből következik, hogy a Szaturnusz esetén gyakrabban

<sup>32</sup> Ez az idézet még csak kvalitatív leírását adja annak, amit a későbbi fejtegetések kvantitatíve is kimutatnak. Például az egyes hurkok relatív nagyságából az is pontosan következik, hogy milyenek a bolygópályák méretének számszerű arányai (eltekintve a excenteres-epiciklusos körpályák pontatlanságaitól). Az abszolút távolságokat (vagyis a bolygópályák ismert, földi mértékkel mérhető nagyságait) jóval nehezebb megállapítani, ám ezek nem érintik a kopernikuszi elmélet magyarázó erejét.



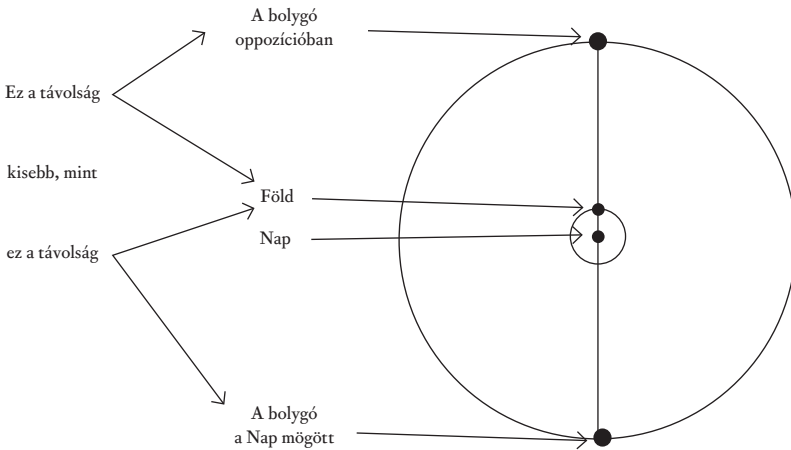
figyelhetjük meg az oszcillációkat, mint a Jupiternél (lásd a 6. ábrát) – pontosan a keringési idők viszonyai szerint.



6. ábra: „[...] az ilyen oszcillációk miatt gyakoribbak a Szaturnusznál, mint a Jupiternél”.  
Ha a Föld egyszerre ( $T_o$ ) előzi le a két bolygót ( $J_1$  és  $S_1$ ) – vagyis azok egyszerre írnak le egy hurkot –, akkor egy földi keringés eltelte után a Föld először ( $T_1$ ) a Szaturnuszt ( $S_2$ ) éri utol ismét, és csak később ( $T_2$ ) a Jupitert ( $J_2$ ).

A harmadik állítás a bolygók fényességváltozásaira vonatkozik. Kopernikus rendszerében világos (lásd a 7. ábrát), hogy egy külső bolygó akkor van legközelebb a Földhöz, tehát akkor tűnik legfényesebbnek, amikor oppozícióban áll a Nappal (vagyis az égbolt átellenes pontjain helyezkednek el). A fényességváltozásokra és ezek szélső értékeire Ptolemaiosz epiciklusai is magyarázatot adnak, igaz, nem olyan pontosan, mint a kopernikuszi rendszer, viszont arra nem, hogy ezek miért állnak összefüggésben a Nap mozgásával. Kopernikusz rendszeréből fény derül erre is: valójában nem a Nap, hanem a Föld mozgásával függenek össze, mert elsődlegesen ez határozza meg a bolygók tőlünk mért távolságát, nem pedig az epiciklusok.

Összefoglalva tehát azt láthatjuk, hogy a kopernikuszi hipotézis összefüggést teremt számos olyan megfigyelhető jelenség között, amelyek a földközéppontú elméletben csak független, közvetlenül a megfigyelések által diktált elemek voltak. Ennyiben azt is mondhatjuk, hogy a kopernikuszi hipotézis egy *magyarázati rendszerré* áll össze, és a Föld mozgása adja ennek a rendszernek a közös magyarázó elvét, azaz a közös „mértékét” (lásd Vitruvius meghatározását, illetve Rheticus metaforáját).



7. ábra: „[...] a Szaturnusz, a Jupiter és a Mars miért vannak közelebb a Földhöz, amikor oppozícióban állnak a Nappal, mint amikor elvesznek a Nap sugarai közt”. (Magyarozatért lásd a szöveget.)

Azt, hogy a bolygómozgásokban van közös mérték, már korábban is lehetett sejteni, és erre utaltak a XV. században újjáéledő matematikai csillagászati hagyomány úttörői, Georg von Peurbach és Regiomontanus (Johannes Müller) is. Bár Ptolemaiosz az *Almagest*ben külön-külön, egymástól függetlenül tárgyalja az égitestek mozgását, és nem kísérli meg ezeket egyetlen rendszerré összefogni,<sup>33</sup> a pályák összevetésével különös egybeesések fedezhetők fel a bolygók és a Nap mozgásai között. Kiderül ugyanis, hogy az „alsó” bolygók (Merkúr és Vénusz) esetén az epicikluskör középpontja mindig a Nap irányába mutat, valamint hogy a „felső” bolygók esetén (Mars, Jupiter, Szaturnusz) az epicikluskör középpontját és a bolygót összekötő sugár mindig párhuzamos a Naptól a Föld

<sup>33</sup> Egy másik, a *Bolygóhipotézisek* címen számon tartott művében egy egységes rendszert tárgyal (lásd Hamm [2011]). Míg az *Almagest*ben minden bolygópálya deferenskörének sugara 60 (azaz egységnyi), és nem vizsgálja ezek egymáshoz képesti méreteit, addig a *Bolygóhipotézisek*ben az epiciklusok és excenterok miatt vastagra duzzasztott szférák egymásra simulnak az égitestek sorrendjének megfelelően. Az egyes pályák méretét tehát az határozza meg, hogy miként lehet alácsúfolni a belsőbb égitestek excenteres-epiciklusos pályáit, nem pedig a megfigyelhető mozgásjelenségek viszonyai, mint Kopernikusznál.

irányába mutató egyenessel.<sup>34</sup> Megalapozott volt tehát a sejtés, hogy a Nap szerepe kitüntetett a mozgások rendszerként tekintett összességében. Kopernikusz hipotéziséből azonban kiderül, hogy a Nap közös elemként jelentkező mozgása valójában csak látszólagos, és a Föld Nap körüli mozgása az, ami mértékként szolgál. Ez a keringés jelenik meg a belső bolygók deferens (vagyis az epiciklust hordozó nagyobb kör) menti mozgásában és a külső bolygók epiciklus-mozgásában. Egy látszólagos mozgáskomponens, amely egyszerre van jelen szinte minden égi mozgásjelenségben – kivéve az állócsillagokat, amelyeket éppen ennek hiánya miatt gyakorlatilag végtelenül távolinak kell tekintenünk, illetve a Holdat, amely a Földdel együtt végzi keringését a Nap körül.

### *Konklúzió*

A heliocentrikus hipotézis bevezetésének és megindokolásának fenti összefoglalása alapján úgy tűnik, hogy a Kopernikusz által kínált „bizonyítékok” az alábbi jellemzőkkel bírnak:

1. *Exoterikus.* A bizonyítékok csakis a beavatottak, azaz a matematikában és csillagászatban járatosak számára érthetőek. Ezt nemcsak az első könyvben emeli ki (ahogy idéztem), hanem már az előszóban megelőlegezi és hangsúlyozza. Ves-sünk egy pillantást jelen írás mottójára, valamint a nem sokkal későbbi kijelentésére:

„A matematikát matematikusok számára írják, akik – ha nem tévedek – úgy fogják találni, hogy munkám hasznára van az Egyháznak is, melynek élén Szentséged áll.” (I. m.: IVv.)

Ráadásul ahhoz, hogy a hipotézis előnyei megmutatkozzanak, nemcsak komoly előképzettségre van szükség, hanem jelentős erőfeszítésre is, hiszen a részletek csak a teljes mű sok száz, nehéz matematikával terhes oldalának feldolgozásával válnak bizonyító erejűvé, ha egyáltalán.

<sup>34</sup> Ez utóbbi összefügg a fényességváltozások és a Nap helyzete közti, fent említett megfeleléssel. Erre utalt Rheticus a 3. érvével.

2. *Provizórikus*. A felkínált bizonyítékok megértése megköveteli az előzetes bizalmat és türelmet. Egy sor olyan előfeltevést kell aprólékosan kibontani, amely első ránézésre nehezen elfogadható. Kopernikusz már az előszóban is türelmet kér az olvasótól, és később többször is megfogalmazza ezt az igényét. Az Első könyv 5. fejezetében („Végez-e mozgást a Föld, és mi a helye?”) így foglalja össze feltevéseit:

„Mert ha valaki tagadja, hogy a Föld a világ közepén vagy centrumában van, ugyanakkor nem ismeri el, hogy kettejük távolsága elég nagy ahhoz, hogy mérhető legyen az állócsillagok távolságához, mégis úgy gondolja, hogy e távolság láthatóan nagy a Nap és a bolygók pályaköreinek viszonylatában, és ha ezek után azt gondolja, hogy a testek mozgása azért tűnik szabálytalannak, mert más középpont körül vannak elrendezve, mint a Föld középpontja, akkor talán képessé válik arra, hogy előhozakodjon egy tökéletesen elfogadható magyarázattal a szabálytalannak látszó mozgásra.” (Kopernikusz [1543]: 3v.)

Világos tehát, hogy a rendszer előnyének megértéséhez egy sor olyan, előzetes hipotézist kell elfogadunk, amely ellentétben áll a hagyományos elképzelésekkel. Fel kell tennünk, hogy a Föld nem a világ középpontjában áll, hanem abból ki-mozdítva mozog (ez utóbbi az elemi hétköznapi tapasztalatnak is ellentmond). De azt is fel kell tennünk, hogy kimozdítottságának mértéke elhanyagolható a világ méretéhez képest – tehát a világ szinte határtalanul nagyobb, mint korábban gondolták. Emellett azt is fel kell tételeznünk, hogy a bolygók pályakörei összemérhetők a Föld körének méretével – vagyis azok sem a csillagok közelében, hanem annál sokkal-sokkal lejjebb keringenek. És végül fel kell tennünk, hogy a mozgásokat nem a megfigyelő felől, hanem egy attól távoli pont (a Nap) felől tekintve kell értelmeznünk. És mindezzel nem azt nyerjük, hogy egyszerűbb vagy pontosabb leíráshoz jutunk a mozgásokról, hanem pusztán annyit kapunk, hogy felfedezünk bizonyos összefüggéseket, és magyarázatra lelünk egyes mozgáskomponensek viszonylatában.

3. *Explanatorikus*. Ahogy tehát mindhárom műben világosan látható, a kopernikuszi hipotézis fő előnye az, hogy egységes magyarázati rendszert nyújt az égi mozgásjelenségek többségére. Nem jelez előre új jelenségeket, nem magyaráz pontosabban vagy egyszerűbben, nem köti tárgyát a jelenségek más köréhez – ehelyett *integrálja* a rendszer elemeit egy magyarázati komplexumba, melynek

részeit a matematikai össz-struktúrából, annak „szimmetriájából” lehet levezetni. Ez a rendszer *holisztikus*, hiszen a részek egymást határozzák meg.

Ez pedig hatalmas sikerként könyvelhető el, ugyanis általa érthetőbbé válik a világ. Abban a korban, amikor elterjedt volt a nézet, hogy a világ szerkezete matematikai természetű harmóniákra épül, és hogy a Teremtő egy matematikában kifejezhető rend szerint tervezte a mindenséget, Kopernikusz elméletének elfogadása kifizetődőnek bizonyult azok számára, akik a kellő kompetenciával rendelkeztek, és vették a fáradságot a megértéséhez. Ilyenek voltak például Kepler és Galilei, akik nemcsak megértették a hipotézis előnyeit, hanem különböző irányokban tovább is gondolták a következményeket, hogy végül meghatározó szerepet játszanak a kora modern tudomány gyökeres átalakulásában.

A ma embere gyakran el sem tudja képzelni, miért kellett ilyen sokat várni arra, hogy a csillagászok kidolgozzák, és aztán el is fogadják ezt az alapvető igazságot: a Föld mozgásának téziséét. Azt remélem, hogy ez az írás képes volt eloszlatni a magától értetődőség hamis látszatát, és segített rávilágítani a kopernikuszi gondolat valódi nagyságára csakúgy, mint az elfogadás nehézségére. Vessük fel a kérdést: ha mi négyszáz évvel ezelőtt éltünk volna, vajon elég meggyőzőnek találtuk volna Kopernikusz fent idézett érveit ahhoz, hogy beálljunk a követői közé?

### *Irodalom*

- Duhem, Pierre (2005): *A jelenségek megőrzése*. Budapest, Kairosz Kiadó.
- Hallyn, Fernand (1990): *The Poetic Structure of the World. Copernicus and Kepler*. New York, Zone Books.
- Hamm, Elizabeth Anne (2011): *Ptolemy's Planetary Theory: An English Translation of Book One, Part A of the Planetary Hypotheses with Introduction and Commentary*. PhD értekezés, University of Toronto.
- Heath, Thomas L. (szerk.) (1897): *The Works of Archimedes*. London, Cambridge University Press.
- Heath, Thomas L. (1913): *Aristarchus of Samos. The Ancient Copernicus*. Oxford, Calendron Press.
- Kopernikusz: Copernici, Nicolai (1543): *De revolutionibus orbium coelestium*. Libri VI. Norimbergae: Apud Ioh. Petreium: anno MDILIII. (URL: <http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-420>)

- Kopernikusz: Copernicus, Nicolaus (1971): *Three Copernican Treatises: the Commentariolus of Copernicus, the Letter against Werner, the Narratio prima of Rheticus*. Szerk. és ford. Edward Rosen. New York, Octagon Books.
- Kuhn, Thomas S. (1985): *The Copernican Revolution*. Cambridge, Harvard University Press.
- Kutrovátz Gábor (2015): „Miért helyezte Kopernikusz a Napot a középpontba?”, *Magyar Tudomány* 2015/március, 258–267.
- Ptolemaiosz (1984): *Ptolemy's Almagest*. Ford. G. J. Toomer. London, Duckworth.
- Vitruvius, Marcus Pollio (1955): *On Architecture*. Szerk. Granger, Frank. Cambridge, Harvard University Press.
- URL<sub>1</sub>: *Tudományos forradalom*. [https://hu.wikipedia.org/wiki/Tudomományos\\_forradalom](https://hu.wikipedia.org/wiki/Tudomományos_forradalom)
- URL<sub>2</sub>: *Scientific revolution*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_revolution)
- URL<sub>3</sub>: *Bolygómozgás régen és ma*. <http://hps.elte.hu/~kutrovatz/bolygomozgas.swf>



# Kopernikusz és az olvasók<sup>1</sup>

FARKAS GÁBOR FARKAS

Országos Széchényi Könyvtár

*„Tisztában vagyok vele Legszezségebb Atyám, hogy egyesek, megtudva, hogy könyvemben a De revolutionibus orbium coelestiumban Földünknek bizonyos mozgásokat tulajdonítok, felkiáltanak majd, s követelik, hogy tűnjön el a színről, aki ilyen nézeteket vall. Ezért igen sokáig haboztam, kiadjam-e ezeket a gondolatokat...”<sup>2</sup>*

Kopernikusz III. Pál pápához írt ajánlásával elkezdődött az égi pályák körforgásáról írott korszakos mű értelmezése és a róla folytatott vita. Amennyiben pontosabban szeretnénk fogalmazni, az ennél jóval korábban, immár több mint 500 éve íródott *Commentariolus* kéziratos munka másolatainak keresztül – melynek magyar vonatkozásairól még lesz szó – már azt megelőzően folyt disputa a fromborki kanonok heliocentrikus modelljéről, mint hogy a szöveg kikerült volna Johann Petreius nürnbergi nyomdász sajtója alól. A feltételezhetően 1543. április 21-e előtt megjelent<sup>3</sup> *De revolutionibus* hozzávetőlegesen – bár erről megoszlanak a vélemények – 400 példányban hagyhatta el a nyomdát, és a legtöbb kötet sorsát egészen a mai napig kísérhetjük figyelemmel. Igaza lehetett Terentius Maurus II. században élt római grammatikusnak abban, hogy az olvasó felfogóképességétől, voltaképpen az ízlésétől függ a könyv sorsa (*pro captu lectoris, habent sua fata libelli*)? Tehát a könyv egykori olvasóinak befogadása és a modellről folytatott vita tette lehetővé a Kopernikusz-nyomtatványok ilyen nagyszámú megmaradását közel fél évezreden keresztül? Vagy mégis a magyar származású Arthur Koestler nevezetes művének, az 1959-ben megjelent *Alvajáróknak* egyik sommás megállapítása áll közelebb a valósághoz, miszerint Kopernikusz könyve gyakorlatilag olvashatatlan (*unreadability*)? Vagyis az olvasatlanul maradt példányok őrződtek volna meg évszázadokon keresztül

<sup>1</sup> A tanulmány a következő írás bővített változata: Farkas (2015): 268–274.

<sup>2</sup> Idézi: Koestler (2007): 199.

<sup>3</sup> Rheticus bejegyzése szerint: „Joachimus Rheticus professor lipsen(sis) suo Andreae Aurifabro d(ono) d(edit) 20. Aprilis anno 1543”. – Vö. Gingerich (2002): 135.



a könyvespolcokon úgy, hogy tulajdonosai – kompetencia vagy motiváció hiányában – ki sem nyitották a könyveket? Mint már említettem, Kopernikusz kozmoszáról – a korszakban nem egyedülálló módon, már a kéziratos, rövidebb változat megszületésétől, hiszen Rosen 1508–1514 közé teszi a *Commentariolus* keletkezését<sup>4</sup> – elkezdődött a vita. Fél évezrede íródott kommentárja az égitestek elrendezéséről és mozgásáról szóló hipotéziseket foglalta össze, melyet másolatokban eljuttatott barátaihoz. Kapott belőle Nikolaus von Schönberg bíboros is, aki több pápánál (X. Leó, VII. Kelemen, III. Pál) töltött be bizalmi állást. Schönberg levelet írt Kopernikusznak 1536-ban, melyben azt sürgette, hogy a matematikus minél előbb

„hozza felfedezését a művelt világ tudomására, s amilyen gyorsan csak lehetséges, küldjön nekem egy példányt az elmélet ismertetéséből és a táblázatokból, valamint mindazon munkáiból, melyek a tárggyal kapcsolatosak”<sup>5</sup>

Később Kopernikusz méltónak találta ezt a levelet arra, hogy a *De revolutionibus* elejére beillesse. Ehhez az 1536-os levélhez kapcsolódhat Johann Albrecht Widmannstetter német humanista, orientalista három évvel azelőtti előadása a Vatikánban, ahol VII. Kelemen pápa előtt magyarázta el Kopernikusz heliocentrikus elméletét.

Itt érdemes megemlíteni a *Commentariolus* elterjedésének egy magyar vonatkozását. Volt ugyanis egy példánya Dudith Andrásnak a kéziratból, amit Joachim Praetorius matematikushoz 1589 elején írt levele is alátámaszt.<sup>6</sup> Dudith ezt a kéziratot Paul Wittich boroszlói humanistától kaphatta, aki viszont nagybátyjától, Balthasar Sartorius egykori jénai teológus professzortól szerezhette meg ezt. Hozzá, mármint Sartoriushoz talán Rheticustól kerülhetett, akivel levelezett az 1550-es években.

A *Commentariolus* kéziratos szövegmásolataiban olvasható heliocentrikus modellről már 1543 előtt is folyt vita Wittenbergben, amit Luther Márton közismert, 1539-ből származó megjegyzése is alátámaszt:

<sup>4</sup> Rosen (1985): 79–80.

<sup>5</sup> Koestler i. m.: 204.

<sup>6</sup> Dobrzycki – Szczucki (1989): 28., 7. jegyzet: „*Habeo Epitomen Copernici ab ipso auctore inscriptam: nescio an eam videris.*”

„Szó volt egy mostanában támadt asztrológusról [Kopernikusz], aki bizonyítani próbálta, hogy nem az égbolt, vagyis a firmamentum, a Nap és a Hold mozognak és fordulnak, hanem csak a Föld [...]. De hát mostanság az járja, hogy aki túl okosnak hiszi magát, annak nincs ínyére, mit a többiek csinálnak; azt hiszi, hogy az a legjobb, amit ő talál ki, s ez a bolond [Kopernikusz] a csillagászat egész tudományát kiforgatná, pedig a Szentírásból is kiderül, hogy Józsué nem a Földet, hanem a Napot állította meg.”<sup>7</sup>

Luther ezen elutasító megnyilatkozásában egy félreértésre is érdemes felhívni a figyelmet: Kopernikusz modelljében nemcsak a Föld, hanem a Hold is kering. Kevésbé ismert, hogy Philipp Melanchthon két évvel később, 1541-ben hasonlóan csípős megjegyzést tett egy levelében a „szarmata csillagászról”.<sup>8</sup>

A negyven oldalból álló kéziratot soha nem nyomtatták ki. A szélesebb nyilvánosság előtt sokáig ismeretlen volt, csak 1877-ben bukkantak rá másolataira Bécsben, majd Stockholmban és Aberdeenben. Rheticus 1539-ben kereste fel Kopernikuszt, aki már közel három évtizede dolgozott egy új kozmológiai rendszeren. A tanár-tanítvány kapcsolatból született a *Narratio prima* című, levél formájú értekezés, amelyben Rheticus Johann Schöner nürnbergi matematikusnak, egykori tanárának számolt be Kopernikusz Nap-középpontú elméletéről. Nyomtatásban tehát ez az első könyv, amelyik a heliocentrikus modellről hírt adott, ám a Franz Rhode gdański *officinájában* 1540-ben megjelent könyvből csak alig két tucat példány maradt az utókorra.<sup>9</sup> Majd a sikerre való tekintettel a bázeli Robert Winter is kiadta Rheticus beszámolóját 1541-ben, amelyből egy eddig ismeretlen példány bukkant fel nemrégén Pécssett, Klimó György püspök gyűjteményéből.<sup>10</sup> Aztán két évvel később, 1542-ben megjelent még egy rövid

<sup>7</sup> Luther (1983): 205.

<sup>8</sup> Copernicus (1994): 336–337.: „sed quidam putant esse egregium κατόρθωμα rem tam absurdam exornare, sicut ille Sarmaticus Astronomus [Kopernikusz] qui movet terram et figit Solem. Profecto sapientes gubernatores deberent ingeniorum petulantiam cohercere.” Melanchthon valószínűleg Rheticustól kaphatott egy példányt a *Narratio Prima*-ból még 1540-ben.

<sup>9</sup> Joachim Georg Rheticus: *Ad clarissimum virum D. Ioannem Schonerum, De libris revolutionum eruditissimi viri, et mathematici excellentissimi, reverendi D. doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam iuvenem, mathematicae studiosum Narratio prima, excusum Gedani, per Franciscum Rhodum, 1540.*

<sup>10</sup> Joachim Georg Rheticus: *De libris revolutionum eruditissimi viri, et mathematici excellentissimi, reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei canonici Warmenciensis, Narratio prima ad*

munka Kopernikusz tollából *De lateribus et angulis triangulorum* címmel.<sup>11</sup> Rheticus ugyanis visszatérve Fromborkból, Kopernikusz kéziratából kiválasztott két, trigonometriával foglalkozó fejezetet – a háromszögek oldalairól és szögeiről szólókat –, s kiadta őket Wittenbergben, hogy előkészítse a nagy mű, a *De revolutionibus* tudományos fogadtatását. Természetesen a szöveg publikálásában – amit Hans Lufftnak, az 1543-as Luther-biblia tipográfusának köszönhetett – szerepet játszhatott az is, hogy Rheticus ekkor lett az egyetemen Erasmus Reinhold mellett matematikaprofesszor, s neki jutott az aritmetika, a geometria és a trigonometria oktatása. Ebből a kiadásból mindössze két ismert példány maradt fenn a Kárpát-medencében, egyik Debrecenben, a másik Kolozsvárott. Tehát a kézirat másolatok (1514-től) mellett a gdański (1540), a bázeli (1541) és a wittenbergi (1542) rövidebb terjedelmű<sup>12</sup> nyomtatványok terjesztették a heliocentrikus modellt az 1543-as *editio princeps*ig.

A modern európai tudományban határkőnek tekintett 1543-ban megjelent Kopernikusz-mű hatástörténetéről sokféle elmélet létezik. Mégis az első teljes körű, egyben olvasmánytörténetileg megalapozott vizsgálat Owen Gingerich amerikai csillagász, tudománytörténész nevéhez fűződik.<sup>13</sup> A történet talán közismert, Gingerich – készülve a lengyel matematikus születésének 500. évfordulójára 1973-ban – a már említett Erasmus Reinhold Skóciában őrzött Kopernikusz-példányát kézbe véve meglepődött a könyvben olvasható töménytelen kéziratossággal, amely alapján világossá vált számára, hogy egyes matematikusok igen alaposan áttanulmányozták ezt a szöveget és vitatkoztak egy-egy állításával. Innen jött az egyszerű, kézenfekvő ötlet: össze kell gyűjteni a *De revolutionibus* összes fennmaradt példányát, s megvizsgálni őket, hogy mennyire hatott a heliocentrikus alapmű – különböző kiadásokban – a kora újkori századok olvasóira. Miután több évtizedes szorgos kutatómunkával (majdnem) minden egyes kötetet kézbe vett az amerikai kutató – öt kontinenst bejárva és három évtizedet rááldozva a feladatra – egy olyan megkerülhetetlen felmérést (*Census*) tett le az asztalra, amely nélkül értelmezhetetlenné válna a kopernikuszi recepci-

---

*clariss. virum D. Ioan Schonerum*, Basileae, Winter, 1541.

<sup>11</sup> Copernicus (1542).

<sup>12</sup> Az 1540-es *Narratio prima* 76, az 1541-es *Narratio prima* 115, az 1542-es *De lateribus et angulis triangulorum* 60 negyedréte méretű oldalból áll, szemben az 1543-as *De revolutionibus* közel 400 ívméterű oldalával.

<sup>13</sup> Gingerich (2002); Gingerich (2004).

ótörténet. Gingerich arra volt kíváncsi, hogy igaz-e az a felvetés, miszerint Kopernikusz könyvét egy szűk, komoly matematikai háttértudással rendelkező körön kívül senki sem olvasta el. E kör legjellegzetesebb képviselője lenne Tycho Brahe, Philipp Melanchthon, Kaspar Peucer és Erasmus Reinhold, akik, bár elismerték Kopernikusz matematikai zsenialitását, abszurd, az egyetemi oktatásban alkalmazhatatlan teóriaként kezelték művét, ugyanakkor azt gondolták róla, hogy hipotézisként a bolygók mozgásának modellezésében segítheti a csillagászokat?

Mivel néhány évvel ezelőtt alkalmam volt összefoglalni a Kárpát-medencében egykor és most is kézbe vehető példányok történetét (már amelyikét sikerült), itt csak röviden utalnék a legfontosabb eredményekre és a számokra. A XVI–XVII. században négy Kopernikusz-kiadás jelent meg nyomtatásban: 1542-ben egy geometriai tanulmány *De lateribus et angulis triangulorum* címmel, amelyet Rheticus a főműből emelt ki és közölt (mintegy előzetes kedvcsinálónként a nagy műhöz), majd 1543-ban, 1566-ban és 1617-ben a *De revolutionibus* három kiadása.<sup>14</sup> Az első teljes kiadás Johann Petreius nürnbergi sajtója alól került ki 1543-ban.<sup>15</sup> Ezt követte a bázeli Heinrich Petri 1566-os kiadása.<sup>16</sup> Az első tudományos apparátust is tartalmazó *edició* Nicolaus Mulerius groningeni matematikus munkája volt 1617-ből.<sup>17</sup> Az 1543-as kiadásból 277, az 1566-osból pedig 324 példány maradt az utókorra a *Census* adatai szerint. Ezek a számok mindenképpen magasak, hiszen közismert, hogy Galileo Galilei *Sidereus nuncius* (Velence, 1610) vagy Isaac Newton *Principia* (London, 1687) című, szintén korszakos művének a példányszámai sem voltak magasabbak, pedig jó néhány évtized választja el őket Kopernikusz munkájának első megjelenésétől.<sup>18</sup> Gingerich a megmaradt könyvek potenciális és kideríthető tulajdonosai alapján 400 példányra becsülte

<sup>14</sup> A Rheticus-féle 1542-es wittenbergi kötetet is beleszámítottam. Az 1617-es kiadásról nem készült még ilyen átfogó elemzés. Mivel a magyarországi olvasmánytörténeti forrásokban néhány esetben nem lehetett kizárni a Mulerius-féle kiadást (a rövid címléírás és az időhatár miatt), ezért a magyar elemzésbe szükségszerűen bevontam ezt az *edició*t is.

<sup>15</sup> Nicolaus Copernicus: *De revolutionibus orbium coelestium libri VI*, Norimbergae, apud Ioh. Petreium, 1543.

<sup>16</sup> Nicolaus Copernicus: *De revolutionibus orbium coelestium libri VI*, [...] *item de libris revolutionum Nic. Copernici narratio prima, per M. Georg. Joach. Rheticum ad D. Joan. Schonerum scripta*, Basileae, ex officina Henricpetrina, 1566.

<sup>17</sup> Nicolaus Copernicus: *Astronomia instaurata, libris sex comprehensa, qui de revolutionibus orbium coelestium inscribuntur [...] opera et studio D. Nicolai Mulerii*, Amstelrodami, excudebat Wilhelmus Iansonius, 1617.

<sup>18</sup> Galilei munkája 550 példányban, Newtoné kevesebb mint 300 példányban került ki a sajtó alól.

a nürnbergi (1543) kiadást, amelynek több mint a fele maradt volna az utókorra. Szerinte Heinrich Petri bázeli kiadása (1566) talán 500–600 példányszámú lehetett, és itt is több mint a fele ma is kézbe vehető. Ez lenyűgöző arány a kortárs tudományos kiadványok megmaradt példányaival összehasonlítva. Így még világosabban látszik, hogy a heliocentrikus munka példányai jelentőségüknek megfelelően szép számban őrződtek meg a viharos évszázadok ellenére.

A magyarországi források a három XVI. századi kiadásból (tehát a főműből kiemelt, 1542-ben kiadott geometriai tanulmányból, valamint a *De revolutionibus* 1543-as nürnbergi és 1566-os bázeli kiadásából) – a legszerencsésebb esetben – 20 Kopernikusz-példányról tudósítanak a Kárpát-medencéből a kora újkorban, ami szintén figyelemre méltó. Ennek a fele, – 2 példány a geometriai tanulmányból, 4 példány a nürnbergi, 4 példány a bázeli kiadásból – ma is kézbe vehető. A neves tulajdonosok között találhatjuk Zsámboky Jánost, Mossóczy Zakariás nyitrai püspököt, Nicasius Ellebodus flamand humanistát, a nagyszombati kollegium tanárát, Kollonich László kalocsai érseket, a Batthyány-családot, Michael Weiss és Michael Eckhart brassói, Krasznai Ferenc és Árkosi Benedek kolozsvári polgárokat, Hazslinszky Ágost Frigyes természettudóst és Tittel Pál csillagászt. Ebből a ma is meglévő 10 példány közül 6 ismeretlen volt 2011-ig<sup>19</sup> a nemzetközi kutatás számára, s így a *Census*ban sem szerepelhettek.

Fontos kérdés, hogy Gingerich felmérése hogyan hasznosult az elmúlt évtized szakirodalmában? Biztosan olvasták-e ezeket a XVI. században nyomtatott könyveket? Valóban áttörést hozott az összes ma is meglévő példány vizsgálata a heliocentrikus modell recepciójának kutatásában? Johann Petreius nyomdász a következő javaslatot adta a könyv szorgalmas olvasójának (*studiose lector*) a címlapon: „vedd meg, olvasd el és élvezd [ezt a könyvet]”.<sup>20</sup> Gingerich munkájának újdonsága nemcsak abban rejlett, hogy 601 példány (nürnbergi és a bázeli kiadás) fizikai leírását adta, hanem a jegyzetek, a margináliák teljességre törekvő reprodukciójában és azok interpretációiban is. Röviden: abban, hogy föltárta: az első olvasók hogyan tanulmányozták ezt az úttörő szöveget. A már említett sűrűn jegyzetelt Reinhold-példány jól mutatja az olvasói szokást a *De revolutionibus* kapcsán: fontos szöveg, és megkerülhetetlen a vele való vita a kor matematikusai számára. Kopernikusz így is határozta meg az égitestek keringéséről szóló

<sup>19</sup> Vö. Farkas – Zsoldos (2011).

<sup>20</sup> „Igitur eme, lege, fruere.”

munkáját a III. Pálhoz szóló bevezetőjében: ez egy matematikai könyv matematikusoknak (*mathemata mathematicis scribuntur*). A kérdés az, hogy csak azoknak? Hiszen Petreius szellemes kiadói mondatát Platón híres intelme követi görögül az 1543-as kiadás címlapján, melyet annakidején – a hagyomány szerint – az Akadémia kapuja fölé vésetett a filozófus: „Ne lépjen be ide senki, aki a geometriát nem ismeri!”<sup>21</sup>

A címlappal kapcsolatban egy makacs legendával kell még leszámolnunk: Koestler 1959-ben úgy gondolta, hogy a Johannes Dantiscus által írt epigramma örökre elveszett. Ezzel kapcsolatban Kopernikusz a következőt írta Dantiscusnak 1541-ben:

„[...] abban a kegyben részesített, hogy könyvem [*De revolutionibus*] leendő olvasói számára egy ünnepélyesen elegáns epigrammát méltóztatott küldeni. [...] Feltétlenül könyvem címdalán fogom szerepeltetni ezen epigrammát [...]”. Mire Koestler: „A kitűnő költőpüspök epigrammája nem szerepel sem a könyvben, sem Kopernikusz kéziratában, s valószínűleg örökre elveszett. Dantiscus legnagyobbképp kegyességének hálás köszönete után Kopernikusz teljes lelki nyugalommal a szemétre hajtotta az epigrammát, éppúgy, mint püspöke korábbi meghívásait. Igazi randa vénember volt.”<sup>22</sup>

Ez természetesen nem igaz, hiszen a *De lateribus et angulis triangulorum* 1542-es címlapverzóján szerepel Dantiscus költeménye, igaz, név és cím nélkül. Feltehetően sem Osiander, sem Petreius, sem Kopernikusz nem szorgalmazta egy évvel később, hogy ezt a 18 soros epigrammát még beszuszakolják az 1543-as *De revolutionibus* már kissé zsúfolt címlapjára. A címlap verzójára sem fért volna rá, mivel ott már elkezdődött Osiander előszava. Így nem volt értelme és nem is lehetett volna újraközölni Dantiscus epigrammáját, de a *De lateribus et angulis triangulorum* (Wittenberg, 1542) – talán Rheticusnak köszönhetően – megőrizte ezt a verset az utókornak.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> „Ἀγεωμέτρητος οὐδεὶς εἰσίστω.”

<sup>22</sup> Koestler: 253–254.

<sup>23</sup> Johannes Dantiscus: *In Copernici libellum epigramma*, Has artes teneris annis, studiosa iuventus / Discito, mensuras quae numerosque docent! / Praemia namque feres suscepti magna laboris, / Ad caelum monstrant haec tibi scripta viam. / Qua patet immensis spatiis pulcherrimus orbis, / Si metas horum cernere mente voles; / Sidera vel quam caeli regione vagentur, / Aeterni cursus

Tanulságos, hogy a tudománytörténész (Gingerich) a könyv- és olvasmánytörténeti kutatások előrehaladtával hogyan módosította a koncepcióját. Eredetileg egyszerű jegyzék lett volna azokról (és csak azokról) a példányokról az 1543-as kiadásból, melyek jegyzeteket, margináliákat tartalmaznak. Már az első kutatási év (1973–1974) elteltével világossá vált számára, hogy kiemelkedően fontos bevonni az 1566-os *ediciót* is, mivel a bázeli példányok között is akad olyan, melyben – a recepciótörténet szempontjából – megkerülhetetlen megjegyzések olvashatók a margón vagy a kötet elején, esetleg a végén. Így a harvardi professzor fokozatosan jutott el az összes kézbe vehető példány leírásáig mind a két kiadás (Nürnberg, Bazel) esetében. S idővel rájött arra is, hogy külön kell figyelnie (s ez be is került a *Censusba*) a kötésekre, s az ehhez kapcsolódó *provenienciára*, ugyanis Gingerich a kutatás elején ezeknek nem tulajdonított komoly szerepet. A több mint 600 kötetből mindössze 30-at nem tudott a kezébe venni, és a leírásuk nem autopszia alapján történt. Ha belegondolunk – állapítja meg viccesen – nincs senki sem, még a nürnbergi és a bázeli nyomdászok közül sem, aki láthatta volna mind a 600-at, amit egyértelműen a modern kornak (*jet-age travel*) és a kultúrdiplomáciának köszönhetünk. És az eltelt idővel egyre precízebb és mélyebb lett a kutatás, amely maga Gingerich szerint sajnálatosan „felületes” volt az elején. Gingerich kutatásának volt még egy pozitív hozadéka, amely összefüggött egy szomorú negatívummal: a régi nyomtatványok vizsgálata nem „három évtizedre megfagyott” állapotban történt: az eltelt idő során egyes példányok eltűntek, lappanganak (félreosztották őket); van, amit elloptak, eladtak, esetleg az új tulajdonosa már nem ismert, és országhatárok rajzolódtak át, birodalmak tűntek el, aztán fel. Több példányt pedig restauráltak, illetve újrakötöttek. Gingerichnek köszönhetően most ezen eltűnt, elloptott, elkallódott példányokat sem veszítettük el teljesen a szemünk elől: róluk is van tudomásunk, részletes leírásunk.

Vessünk egy pillantást a nyomtatás körülményeire! Kopernikusz a legészakibb lengyel város, a Visztula lagúnájánál (Zalew Wiślany, Frisches Haff) fekvő

---

quas habeantque vices; / Cur Luna involvat caeca caligine fratrem, / Cur Lunae usuram lucis et ille neget; / Venturos etiam casus quae fata gubernent, / Quas populis clades astra inimica ferant; / Haec si nosse voles, prius est doctrina tenenda, / Quam breviter tradunt haec elementa tibi. / Cumque hominum mentes, quae caelo semina ducunt, / Errent a patria sede domoque procul, / Haec doctrina ipsas terrena mole solutas / Caelesti reduces rursus in arce locat. Vö. Fernand Hallyn: *Copernic et Erasme*, Humanistica Lovaniensia, 49(2000) 92.

Frombork (Frauenburg) katedrálisában, messze minden tudományos centrumtól, nyomtatási központtól írta meg a könyvét.<sup>24</sup> Soha nem látott volna nyomdafestéket a *De revolutionibus*, ha Rheticus – szelíd erőszakkal – rá nem veszi műve kiadására az idős matematikust. Érdemes megemlíteni, hogy Rheticus öt könyvet vitt ajándékba<sup>25</sup> a fromborki kanonoknak Wittenbergből, s ebből három Petreius nyomtatott Nürnbergben. A *Narratio prima* 1540-es gdański sikere végül meggyőzte Kopernikust a nyomtatásról. Szinte bizonyos, hogy Rheticus döntött Nürnberg mellett Wittenberg ellenében, hiszen innen a könyv jobban bekerülhetett a nemzetközi könyvforgalomba. Petreius nyomtatványai pedig jó érvek lehettek a minőségi tudományos könyvkiadás mellett Kopernikus számára. Nem járunk messze az igazságtól, amikor azt feltételezzük, hogy Rheticus már a Kopernikusszal való találkozása előtt dönthetett Nürnberg és Petreius mellett. Persze, nem szabad azt elfelejteni, hogy a már idézett *Asztali beszélgetések* 1539-es, illetve Melanchthon levele 1541-es datálása, vagyis nehéz lett volna egy ilyen komoly fóliánst keresztülvinni Luther és a *Praeceptor Germaniae* ellenében a kisebb méretű egyetemi tankönyvekre szakosodott wittenbergi nyomdászokon.

Rheticus megkapta a várva várt tudományos szabadságot 1542 tavaszára: felügyelhetette a könyv kinyomtatását Petreius nürnbergi műhelyében. Talán az első megbízása az lehetett, hogy megrendelje a 142 db illusztrációként szolgáló fametszetet, melyek összetettsége miatt Petreiusnak szüksége volt egy hozzáértőre, hiszen a metszeteken egyaránt szerepeltek betűk (szöveges magyarázatok, szimbólumok), illetve geometriai ábrák.<sup>26</sup> Úgy tűnik, hogy 1542 májusában kezdődhetett el a nyomtatás, de Rheticus október közepén már el is hagyta Nürnberget, hogy elfoglalja a számára felkínált lipcsei professzori széket.<sup>27</sup> Így került a lektorálás a később névtelen előszót is jegyző Andreas Osianderhez. A viszonylag lassú, költséges és bonyolult nyomtatási procedúrát minden bizonynyal tovább nehezítette Rheticus távozása. Nyilvánvaló, hogy Petreiusnak ko-

<sup>24</sup> A *De revolutionibus* kéziratát Krakóban őrzi az egyetem.

<sup>25</sup> A könyvek Witelo *Opticae libri decem* (1535), Apianus *Instrumentum primi mobilis* (1534) és Regiomontanus *De triangulis* (1533) című munkái voltak Petreius nürnbergi kiadásában. A másik két mű Ptolemaiosz *Almagestje* és Euklidész *Geometriája* volt bázeli kiadásokban.

<sup>26</sup> Mindössze hat ábra tűnik fel kétszer a 142-ből, ami jól mutatja a munka nagyságát.

<sup>27</sup> Rheticus egy megjegyzése szerint (lásd a 3. jegyzetet) 1543. április 20-án fejeződött be a nyomtatás, vagyis közel egy év kellett a kinyomtatáshoz, ami hosszúnak tűnik. Gingerich számítása szerint kb. négy hónap alatt ki lehetett volna nyomtatni 400–500 példányban.



moly pénzügyi befektetéssel kellett számolnia, s feltehetjük a megválaszolatlan kérdést, hogy hány példány esetében térülhetett meg mindez?

Természetesen a hozzáférhetőség és az ár is befolyásoló tényező az egyes példányok megmaradásában. Gingerich megemlítette, hogy a matematikusok és a csillagászok (s mi számítsuk hozzá a műkedvelő laikusokat és asztrológusokat is) közötti XVI. századi levelezések tele vannak utalásokkal arra, hogy a különböző könyveket, szövegkiadásokat milyen nehéz beszerezni. Ezt – örömteli módon – magyar forrással is alá tudjuk támasztani. Batthyány Boldizsár könyv- és műgyűjtő mecénás 1573 tavaszán Elias Corvinus bécsi barátjától az 1572-es új csillagról szóló traktátusokat rendelt, mivel egyes műveket képtelen volt beszerezni.<sup>28</sup> Megkockáztathatjuk azt a kijelentést, hogy a *De revolutionibus* második kiadója, a bázeli Heinrich Petri éppen azért vágott bele 1566-ban<sup>29</sup> a kiadásba, majdnem negyed századdal az *editio princeps* után, mert jó üzleti haszonnal kecsegtetett, hiszen a nürnbergi kiadás (1543) elfogyhatott, s ezzel párhuzamosan az Európa-szerte kibontakozó vita a körülöttünk lévő világról újabb érdeklődést generált egy új generáció (pl. Giordano Bruno, Tycho Brahe, Michael Maestlin és Thomas Digges, elvégre csak pár év van közöttük) bekapcsolódásával. Kézenfekvő volt tehát a fogyasztói igényt kielégíteni. A kötetekben feljegyzett adatok alapján úgy tűnik, hogy Kopernikusz munkájáért komoly, de nem elérhetetlenül magas összeget kellett letenni az asztalra. Valentin Engelhart erfurti matematikus 1545-ben 1 forintért vásárolta meg a *De revolutionibus* egy példányát,<sup>30</sup> ugyanakkor Ptolemaiosz *Almagestjéért* két garassal többet fizetett, melyre a magyarázat talán az lehet, hogy 1545-ben ez a Regiomontanus-kiadás (Bázel, 1543) ismertebb és népszerűbb szövegnek számított Kopernikusz új és vitatott munkájához képest.

Gingerich kutatásainak legfontosabb eredményeit így foglalhatjuk össze:

<sup>28</sup> Paulus Fabricius és Bartholomaeus Reisacher értekezései mellett a nehezen hozzáférhető Leonhard Thurneysser-munkára vadászott, mivel ez a nyomtatvány beszerezhetetlenné vált. Vö. Iványi (1983): 403.

<sup>29</sup> A második kiadás – néhány nyomdahiba javítása mellett – abban tér el az elsőől, hogy tartalmazza Rheticus *Narratio primáját* (ez a harmadik kiadása) és Reinhold porosz táblázatait (*Tabulae prutenicae*), ami 1551-ben jelent meg először.

<sup>30</sup> Gingerich (2002): XV.; Talán érdemes megemlíteni, hogy Rheticus professzori fizetése Lipszében 140 forint volt egy évben, így akár 70 példányát is meg tudta volna venni Kopernikusz könyvének, illetve a naptári napokkal számolva közelítőleg 2,5 napot kellett dolgoznia az áráért. Tehát borsos ára volt, de nem volt elérhetetlenül drága az európai értelmiségnek az első kiadás.

1) A XVI. század vezető csillagászai és matematikusai közül mindenkinek volt egy-egy példánya Kopernikusz művéből.

2) A legtöbb kötet tele van megjegyzésekkel, margináliákkal a tudósok és tanítványaik kezeitől.

3) Több ún. „annotációs családot” (*families of annotations*) különíthetünk el.

Ami az annotációs családokat illeti, jellegzetes bejegyzés Rheticus indulatoktól sem mentes korrekciója az 1543-as kiadás címlapján: áthúzott „*orbium coelestium*”. (Többen feltételezik, hogy Kopernikusz művének eredetileg csak a *De revolutionibus* – a forgásokról – lett volna a címe.) Másik „javítása” Osiander névtelenül jegyzett kétoldalas előszavának – *ad lectorem de hypothesibus huius operis* – (amely a heliocentrikus modellt pusztá hipotézisként tárgyalja) X-szel való áthúzása. Rheticus ugyanis Osianderrel szemben és Kopernikusszal egyezően nem csupán matematikai hipotézisnek, hanem a fizikai világrend sajátjának tekintette a Nap középponti, nyugvó helyét és Föld mozgását, s így méltán reagált bosszúsan arra, hogy Osiander – akit ő bízott meg a szerkesztési munkák befejezésével – egy ilyen, a rendszer ismeretelméleti értékét lefokozó előszót illesztett be tudta nélkül a kiadásba. Bosszúságát pedig csak növelhette, hogy a kor szokásának megfelelően azt szerette volna, ha egy jeles pályatárs üdvözlő versét tesz Kopernikusz műve elé. Felkérte kollégáját, Joachim Camerariust, hogy írjon egy görög nyelvű költeményt (a lipcsei professzornak ebben már nagy gyakorlata volt), ami végül kimaradt a nyomtatott verzióból. Lehetséges, hogy Dantiscus epigrammájához hasonlóan, itt is a helyhiány szorította ki Camerarius versét a nyomtatványból. Rheticus később saját példányába beleírta a költeményt, melyben Camerarius dialógus formájában mutatta be a heliocentrikus modellt. Évekkel később Kepler latinra fordította Camerarius görög szövegét, majd saját Kopernikusz-példánya előzéklapjára is beírta. Camerarius sorai rímeknek a címlapon olvasható, Petreius által beillesztett platóni mottóra: a kopernikusi mű taszítani fogja azokat, akik járatlanok a geometriában.<sup>31</sup>

Osiander szerzősége – a névtelen előszót illetően – ismert volt már a kortársak számára is. Megerősíti ezt a schaffhauseni példány története. Victorin Strigel egykori Peucer-tanítvány, későbbi lipcsei teológusprofesszor felesége tübingeni volt, bátyja, Dietrich Schnepf az egyetemen tanított teológiát. Mikor Strigel

<sup>31</sup> Gingerich (2002): 357. Kepler fordításában: „*Ergo geometricas indoctum rejicit artes / Fertque tua titulum de fore*”.

1569-ben meghalt, özvegye eladogatta a könyveit, s így vásárolta meg két forintért a fiatal Michael Maestlin Tübingenben egy évvel később.<sup>32</sup> Az ő halála után (1631) az éppen a tübingeni egyetemen tanuló Stephan Spleiss, a schaffhauseni gimnázium későbbi rektora szerezte meg a példányt. Spleisst érdekelte a csillagászat, traktátust írt például az 1664-es üstökösről. A példány alaposan annotált, főként Maestlin kezétől, de vannak jegyzetek Speisstől is. Egyik legfontosabb megjegyzése Maestlinnek, hogy a névtelen előszóíró nem Kopernikusz (elüt a stílusa a főszövegtől), majd azt olvashatjuk az „*ad lectorem*”-nél: „Biztosan tudom, hogy a levél szerzője Andreas Osiander”.<sup>33</sup> Gingerich fel is sorolt néhány matematikust, aki tudott Osiander szerzőségéről: Peter Apian, Valentin Engelhart, Johannes Praetorius, Paul Wittich és Jerome Schreiber. Johann Kepler az Ursus-féle vitában (mikor Ursus – eredeti nevén Nicolaus Reimers Baer, II. Rudolf matematikusa – nem tudta, hogy ki írta az olvasókhöz szóló előszót), a következőt válaszolta:

„Kisegítem Ursust ebben a kérdésben, amint azt a nürnbergi Hieronymus Schreiber tollából származó, az általam birtokolt [Kopernikusz-]példányon található jegyzet bizonyítja.”<sup>34</sup>

Létezik egy különleges példány a vatikáni könyvtárban, melynek első ismert tulajdonosa Paul Wittich boroszlói matematikus volt. A halála után (1586) Tycho Brahe lázasan kereste ezt a példányt, míg végül egy másik boroszlói humanista, Jacob Monau segítségével megszerezte 1600-ban, alig egy évvel a halála előtt. Mit keres a kötet most a Vatikánban? Tycho halála után (1601) a prágai udvar könyvtárában írták össze, majd 1648-ban Hans Christoff von Königs-marck svéd generális (a 30 éves háborút lezáró prágai csata hőse) a bibliotéka egy részét Svédországba hurcolta. Krisztina királynő katolizálása utáni (1654) első útja Rómába vezetett, s magával cipelte értékes könyveit, köztük ezt a Kopernikusz-példányt. Miután Krisztina meghalt (1689), értékes gyűjteményét VIII. Sándor pápa szerezte meg, s így került a Biblioteca Ottoboniana falai közé. Miért volt ennyire fontos ez a példány? Sokáig Tychónak tulajdoní-

<sup>32</sup> Gingerich (2002): 219.: „*Librum hunc ego Michael Maestlin emi a vidua D.D. Victorini Strigelii, Sorore D. D. Theod. Snepfi, G. Julii 1570, p[retio] ijf[lorinorum] Tubingae*”.

<sup>33</sup> Gingerich (2002): 221.: „*NB. Hujus epistolae Autorem esse Andream Osiandrum certo comperi*”.

<sup>34</sup> Duhem (2005): 160.

tották a kötetben olvasható terjedelmes jegyzeteket és a margón látható diagramokat, míg az újabb kutatások bebizonyították, hogy mindezek Wittich kezétől származnak. A kötet végén egy különleges rajz található, melyet Wittich készített 1578 elején. A rajz egy olyan proto-tychonic rendszert, vagyis egy geostatikus modell ábrázolt, melyhez igen hasonlót Tycho publikált egy évtizeddel később főművében.<sup>35</sup>

Milyen hatással volt a Gingerich-féle *Census* a tudomány- és művelődéstörténeti kutatásokra? 2002 valóban fordulat volt a Kopernikusz-kutatás történetében. Gingerich műve a leideni Brill Kiadó gondozásában már méretében és súlyában is tekintélyt parancsoló munka, s ha belelapozunk, akkor ez a benyomás megerősítést nyer. Az alapos bevezető tanulmányt a több mint 600 kötet mintaszerű könyvészeti- és példányleírása követi, melyek között önálló tanulmányokra is bukkanunk, amikor az amerikai csillagász a különböző tulajdonosok által jegyzetelt példányok egymáshoz való viszonyát és történetét igyekezett a teljesség igényével rekonstruálni. A számtalan reprodukcióval díszes kötetet mintaszerű segédletek, források, jegyzetek, bőséges hivatkozások és mutatók teszik teljessé. Azt hinné az ember, hogy e megkerülhetetlen könyv az eltelt egy évtized alatt állandó hivatkozási alappá és további kutatásokat elindító munkává vált a nemzetközi tudományos közegben. Magam is ezzel az előfeltevéssel ültem le a 2002 óta megjelent bibliográfiákat, folyóiratokat és monográfiákat böngészve. Némi meglepetéssel azt tapasztaltam, hogy a vártnál lényegesen kevesebben foglalkoztak az annotált bibliográfiával. Ez a hiány főként a mélyebb és átfogóbb elemzéseknél szembetűnő.

A *Census* idéző – hozzáférhető – szakirodalomból három jellegzetes csoportot különíthetünk el. A legnagyobb csoport egyben a legkevésbé izgalmas: itt mindössze egy jegyzetként jelenik meg Gingerich munkája, a tanulmányok szerzői kiemelik a mű értékét és fontosságát.<sup>36</sup> A másik, szűkebb csoport tagjai már

<sup>35</sup> Tycho Brahe: *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis*, Uraniburgi, Christophorus Uveida, 1588, 189.; Goulding (1995): 176–177.; Gingerich (2002): 105–108.

<sup>36</sup> Néhány példa erre: Špelda (2009): a kopernikuszi recepcióról; Siegel (2008): 113–142.: a kopernikuszi recepcióról; Allington (2006): itt az olvasmányozás szociológiai megközelítés miatt kerül szóba; Roberts (2010): mint matematikai hipotézis segítette a bolygómozgásokhoz szükséges számításokat azoknak is, akik nem voltak hívei a heliocentrikus modellnek; Gattei (2009): csak említés Kepler rendszere kapcsán, összefüggésben a wittenbergi körrel; Barker (2007): Reinhold kapcsán idézi Gingerichet; Blair (2004): idézi Gingerichet a nyomtatott példányok túlélésével és a kéziratok cirkulációjával kapcsolatban; Pfeiffer (2007): 43–48.: a mainzi példány története.

aktívan használják a *Censust*, kiegészítik egy-egy példány történetét, korrigálják Gingerichet. Tanulságos Djoeke van Netten tanulmánya, mely Kopernikusz harmadik, Mulerius-féle 1617-es kiadásáról szól. A holland kutató Gingerich első két kiadásra (1543, 1566) vonatkozó megállapításait használja fel. Mulerius nem volt híve a heliocentrikus modellnek, de humanistaként szerette volna kijavítani az első két kiadás hibáit. A szép tipográfia, az illusztrációk és a felhasználóbarát kiadás Willem Jansz Blaeu-t dicsérte.<sup>37</sup> Itt említhetjük meg Jean-Baptiste Joseph Delambre francia csillagász érdekes bejegyzését az egyik párizsi példányban. Delambre arra hívta fel a figyelmet, hogy míg a műkedvelők (*les amateurs*) érthető okokból (szép papír, az elegáns tipográfia) az első kiadást (1543) kedvelik, addig a csillagászok inkább Mulerius javított edícióját (1617) részesítik előnyben.<sup>38</sup> Nagyon fontos volt David Pearson véleménye, aki kiemelte Gingerich teljesítményét a fennmaradt példányok vizsgálatában, s elsőként hívja fel ennek kapcsán a figyelmet az olvasmánytörténeti szempontokra.<sup>39</sup> Tanulságosak voltak az egyes példányokra vonatkozó olyan kiegészítések és korrekciók, mint például Adam Morawiec, Philip Mozel, Mairi Cowan, Stanislav Juznič és Pietro Daniel Omodeo tanulmányai: általuk a prágai, a torontói, ljubljanaei, és az aberdeeni Kopernikusz-kötetek történetéről tudhattunk meg még többet.<sup>40</sup>

---

Első tulajdonosa 1543-ban Ottheinrich pfalz-neuburgi választófejedelem volt; Bornmann (2014): a modern tudományban alkalmazott idézettségre hoz párhuzamot Gingerich *Census*ára; Jensen (2006): a *Narratio prima* és Bartholomaeus Keckermann Kopernikusz-példányával kapcsolatban Gingerichet idézi; a provenancia-kutatással kapcsolatban említi: McKitterick (2013): 215.

<sup>37</sup> Netten (2006).

<sup>38</sup> Gingerich (2002): 44–45. „Je viens de comparer les éditions de 1543, 1566 et 1617. Cette dernière est la meilleure des trois, celle de 1566 n'est qu'une réimpression de l'édition de 1543 qui est l'édition princeps. Il n'y a qu'une différence, c'est qu'en 1543 on avait au verso d'un second titre mis un ample errata, qui a disparu en 1566 sans qu'on ait eu le soin de corriger aucune des fautes. Tout cela est corrigé en 1617, le texte a de plus été rectifié en plusieurs endroits, on y voit aussi quelques notes de l'éditeur, et quelques exemples de calcul qui sont fort utiles. Les amateurs peuvent préférer l'édition princeps qui est d'un plus beau papier, d'un caractère plus gros et qui a plus de corps, les lettres des figures y sont moins mauvaises, mais les astronomes doivent rechercher l'édition de 1617, c'est précisément celle dont j'ai deux exemplaires. Je me servais de l'édition de 1566, mais je l'abandonne.”

<sup>39</sup> Pearson (2010): 321–328.

<sup>40</sup> Adam Morawiec (2014): Abraham Jenckwitz wrocławui polgár prágai Kopernikusz-példányáról, mely később Jakob Monautól került Tychohoz (Prága) 1600-ban. Mozel – Cowan (2007): a torontói egyetemen őrzött Philips Lansbergen flamand csillagász 1566-os Kopernikusz-példányáról és a kötetben olvasható bejegyzéséről; Juznič (2006): a jezsuiták 1753-ban szerezték be ezt az 1566-os kiadást, s a címlapból kimetszették a régebbi tulajdoni jegyeket. Azért maradt rejtve ez

Végül a harmadik csoport tagjait az alapos, az egyes példányok vagy az olvasók történetének minden apró mozaikját összeillesztő kutatók jelentik. Hilary Gatti a Biblioteca Casanatense állományába tartozó 1566-os Kopernikusz-kiadást elemezte. Tulajdonosának Giordano Brunót vélte a szakirodalom. A kötetben nincs annotáció, csak ennyi szerepel az előzéklapon: „Brunus Fr[ater] D[ominicanus]”. Gatti szerint bizonytalan, hogy Brunóé volt a kötet, mivel ez nem szigorúan vett tulajdoni bejegyzés. A példány Nápolyból került Rómába, Casanate bíboros apjától, Matias de Casanate könyvtárából. Miguel A. Granada szerint Bruno olvashatta Rheticus *Narratio primájának* szövegét, amit ez az 1566-os kiadás tartalmazott. Lehetséges, hogy Bruno ezt a Kopernikusz-példányt még fiatalon forgathatta (1566–1576), mielőtt el kellett menekülnie Nápolyból.<sup>41</sup> Érdekes John N. Crossley tanulmánya, aki az Hernando de los Ríos manilai ezredeshez került Kopernikusz-példányt (mely nemcsak a trópusi környezetet és a rovarokat, hanem a II. világháború bombázásait is túlélte) vizsgálta meg új források bevonásával.<sup>42</sup> Végezetül a Latin-Amerikában található egyetlen példány történetét rekonstruálta egy mexikói szerzőpáros. Az Universidad de Guadalajara könyvtárában őrzött kötet első ismert tulajdonosa Antonio de Estopiñan volt a XVII. században, majd egy ferences szerzetes forgathatta a példányt, mielőtt mostani őrzőhelyére került.<sup>43</sup> Az egyik leghosszabb elemzés Adam Mosley-é, aki közvetlenül a 2002-es megjelenés után részletesen bemutatta a *Censust*, s kitért Gingerich munkamódszerére és a kutatás újdonságaira. Mosley fontosnak tartja, hogy a XV–XVI. század további meghatározó csillagászati munkáira (Regiomontanus, Reinhold, Brahe, Kepler) is kiterjedjen a recepcióvizsgálat a következő időszakban.<sup>44</sup>

Úgy tűnik, hogy a tudománytörténészek egyre inkább bevonják a kutatásba a régi könyveket, s egyre inkább fontos szerepe lesz a könyv- és olvasástörténetnek is. A technikátörténeti kérdések mellett az olvasó, a befogadó szerepe meghatározó lesz a legfrissebb tudománytörténeti elemzésekben. Gondoljunk csak

---

a kötet, mert 1830-ban rosszul katalogizálták, s 1766-os nyomtatványként írták le a könyvtárosok. Omodeo (2009): a Dudith Andrással is kapcsolatban álló Duncan Lidell skót matematikus és orvos Kopernikusz-kötetéről (1543) és az Aberdeenben őrzött *Commentariolus*-kéziratról.

<sup>41</sup> Gatti (2004); uő (2010): 56–57.

<sup>42</sup> Crossley (2010).

<sup>43</sup> Galindo (2012).

<sup>44</sup> Mosley (2003).

arra, hogy az európai csillagászat történetének egyik legmeghatározóbb szakaszában (1472–1609) mennyire fontossá válik a nyomdászat: Regiomontanus és Tycho nyomdát alapított (az előbbi Nürnbergben, az utóbbi Hven szigetén), Rheticus és Kepler kiadói tevékenysége közismert (*Elementa, Tabulae Rudolphinae*), és a sort folytathatnánk.

Négy monográfia jelent meg a közelmúltban Kopernikuszról. Dava Sobel a *Census* néhány kutatási eredményét beépítette a kötetébe, kiemelve a már említett Schreiber-példány és Kepler kapcsolatát.<sup>45</sup> Gingerich gyakori szerzőtársa, Robert S. Westmann meghatározó 2011-es könyvében (*The Copernican Question*) felhívta arra a figyelmet, hogy a második, 1566-os bázeli kiadás (melybe belekerült a Reinhold-féle *Tabulae Prutenicae* és a Rheticus-féle *Narratio prima* is) megnövelte a lehetséges olvasók számát a protestánsok és katolikusok között. A két kiadással (1543 és 1566) együtt már 800–1000 példány keringhetett az európai piacon és foglalhatott helyet a magán- és intézményi bibliotékák polcain. Ugyancsak utalt Gingerich egyik fontos kutatási eredményére, az ún. Offusius-annotációs családra, amikor kiemelte azt, hogy ennek jelentősége a Reinhold-féle Wittenberg-körhöz mérhető.<sup>46</sup> Itt helyhiány miatt elég csak jelezni a Debrecenben őrzött Zsámboky-példányt, s a benne található Offusius-annotációkat.<sup>47</sup> Pár éve jelent meg André Goddu Kopernikusz és az arisztotelészi hagyomány kapcsolatáról szóló alapműve. Goddu a fromborki kanonok lengyel és itáliai tanulmányait elemezte források segítségével, majd a „filozófus” Kopernikusz portréját rajzolta meg. Az epilógusban összefoglalta a kopernikuszi recepció főbb vonalait Rheticustól Offusiuson és Maestlinon át Keplerig, s fő forrásául egyértelműen a *Census* megfelelő oldalai szolgálnak.<sup>48</sup> A legmélyebb elemzésre Pietro Daniel Omodeo 2014-ben megjelent nagyívű monográfiája vállalkozott. Kitért több ízben – a *Census* alapján – a feltárt tulajdonosokra (Achilles Gasser, Erasmus Reinhold, Henry Savile, Paul Wittich, Gemma Frisius), a különböző annotációk összefüggéseire, Wrocław jelentőségére (Dudith András) és a *Commentariolus* skót másolatára.<sup>49</sup>

<sup>45</sup> Sobel (2012): különösen 226–231.

<sup>46</sup> Westman (2011): 161. és 189.

<sup>47</sup> Gingerich – Dobrzycki (1993); Borzsák (1994–2003): I, 315.

<sup>48</sup> Goddu (2010): különösen 420–425.

<sup>49</sup> Omodeo (2014): 11–12., 25., 41–44., 112., 125.

Mit hozhat a jövő? A magyar olvasmánytörténeti kutatásoknak köszönhetően<sup>50</sup> az alapos *Censushoz* képest növelni tudtuk még hat példánnyal a Kárpát-medencében ma is meglévő Kopernikusz-kötetek számát. Ehhez hozzájárulnak azoknak a példányoknak a történetei, melyek lappangnak vagy elpusztultak az idő során, de levéltári források (könyvtári katalógusok, hagyatéki inventáriumok) alapján tudjuk, hogy léteztek, és amelyek alapján alapvető információkkal segíthetjük a nemzetközi kutatást azon magánszemélyek vagy intézmények földerítésével, akiknek vagy amelyeknek tulajdonában a történelmi Magyarország területén a kora újkorban föllelhető volt a *De revolutionibus* valamely kiadása. A kiadott olvasmánytörténeti források arról tanúskodnak, hogy Kopernikusz műve (valamilyen kiadásban) megtalálható volt Eperjesen (1606), Besztercebányán (1568 előtt), Brassóban (három példányban a XVII. században), Nagyszombatban (1632), Esztergomban (a XVIII. században), Bártfán (1705) és a budai Csillagdában (1831 előtt). Vannak olyan egykori tulajdonosok, kinek ismert a neve (Hans Dernschwam, Michael Weiss, Michael Eckhart, Tittel Pál), s vannak olyan intézményi könyvtárak (az eperjesi parókia, a nagyszombati jezsuita kollégium, az esztergomi érseki könyvtár, a bártfai Szent Egyed templom könyvtára), melyekről tudjuk, hogy valamikor az állományukban őriztek egy-egy példányt. S néhány XVI–XVII. században élt történelmi személyről feltételezhetjük, vagy bátran állíthatjuk (annak ellenére, hogy erre nincs semmiféle kéziratossági vagy nyomtatott forrásunk), hogy könyvtárában megvolt Kopernikusz valamelyik kiadása.

Az előbbi kategóriába Batthyány Boldizsár, az utóbbiba Dudith András tartozik. Az előbbi, a széles látókörű, a csillagászat, az asztrológia és az alkímia iránt egyaránt érdeklődő művelt nemesember németújvári könyvespolcán ott lehetett a „rejtett tudást” kínáló *De revolutionibus* valamelyik példánya. Végignézve a XVI–XVII. századi magyar könyvtulajdonosok listáját, egyedül az ő személye az, akit mindenképpen „gyanúba” keverhetünk azzal, hogy olvasta Kopernikusz munkáját és legalább egy példányban a könyvtárában őrizte. Az utóbbi, a boroszlói humanista esetében szinte biztosra mehetünk: kapcsolatban állt a kor legnevesebb tudósaival, Paul Wittich ismeretségi köréhez tartozott, birtokában volt a *Commentariolus* egy példánya, s egy adott időszakban

<sup>50</sup> Csak a legfrissebb (a magyar kutatásokat is tartalmazó) összefoglalóra utalok: Monok (2010).



élénken érdeklődött a magasabb szintű matematika iránt.<sup>51</sup> Az ő esetében inkább az a meglepő, hogy eddig nem került elő olyan levél, amelyben olvashatunk Kopernikusz könyvével kapcsolatos állásfoglalásáról, vagy nem bukkantunk eddig olyan *De revolutionibus*-példányra, amelyben látható Dudith jellegzetes tulajdoni jegye és margóra írt vörös tintás jegyzetei. Sajnos annak van nagyobb esélye, hogy ez a példány elpusztulhatott a történelem viharaiiban (a 30 éves háborúban vagy a II. világháborúban).

Hasonló felmérés kívánatos lenne Európa más, gazdagabb könyvkultúrájú területein is, hiszen szűrőpróbaszerűen átnézve néhány olvasmánytörténeti monográfiát, olyan Kopernikusz-példányok nyomaira bukkanhatunk, melyek nem találhatók meg sem a *Censusban*, sem a kiegészítésekben. Nézzünk erre néhány példát.

Henri-Jean Martin Párizs könyves kultúrájáról szóló monumentális szintézisében (1969) arról adott számot, hogy a XVII. században hat Kopernikusz-példány volt ismert a forrásokból az 1601–1670 közötti időszakban.<sup>52</sup> Gingerich 27 példányt (az 1543-as és az 1566-os kiadásból) tart nyilván a *Censusban*, melyeket ma is Párizsban őriznek.<sup>53</sup> A kérdés adott: a ma is meglévő párizsi példányok közül melyikről tudjuk, hogy már a XVIII. század előtt a francia fővárosban őrizték? Ilyen példány Jean-Pierre de Mesmes XVI. századi párizsi humanistáé, aki 1557-es csillagászati munkájában (*Les institutions astronomique*) második Ptolemaiosznak nevezte Kopernikuszt, de elutasította az abszurd elméletnek tartott heliocentrikus modellt.<sup>54</sup> Ezenkívül két, egyértelműen XVI–XVII. századi párizsi provenienciát találtam: II. Henrik (1519–1559) francia király, és I. Charles de Bourbon (1523–1590) roueni érsek címerrel díszített, annotáció nélküli példányát.<sup>55</sup> Igaz, az egyik különleges példányt a XVI. század közepén Párizsban használták, majd valahogyan Kaspar Peucer német matematikushoz került, s a következő

<sup>51</sup> Erre lásd Henry Savile oxfordi tudós, fordító 1581-es tanulmányútját Wrocławba: Gingerich – Westman (1988): 10–11.; Goulding (1995): 155.

<sup>52</sup> Martin (1969): 508. Ugyanebben az intervallumban Galilei és Kepler csak 2–2, ellenben Arisztotelész 88, illetve az idősebb Plinius 67 példánnyal képviseltette magát.

<sup>53</sup> Természetesen nem tudjuk, hogy ez a Martin által jelzett hat példány milyen kiadás volt, köztük lehetett akár Mulerius 1617-es, harmadik edíciója is, vagy akár mind a hat példány a javított, XVII. századi kiadás lehetne, de induljunk ki abból, hogy ezek a könyvek a most vizsgált XVI. századi kiadások lennének.

<sup>54</sup> Gingerich (2002): 35–36.; Rosen (1995): 198.

<sup>55</sup> Gingerich (2002): 35–37.

ismert tulajdonosa Joseph-Nicolas Delisle francia csillagász.<sup>56</sup> Mivel Martin vizsgálata az 1601–1670 közötti könyvekre terjedt ki a táblázat szerint, így ezt a példányt nem számolhatjuk ebbe az elemzésbe. Roger Doucet valamivel korábban (1956) jelentette meg a XVI. századi párizsi magánkönyvtárakról szóló monográfiáját. A főként értelmiségiek hagyatéki leltárait elemezve döbbsent rá arra a tényre, hogy a *De revolutionibus* egyetlenegy példányának említésével sem találkozott a korabeli forrásokban.<sup>57</sup> Ennek ellentmond egy újonnan megjelent monográfia Pierre de L’Estoile törvényszéki bíró, könyvgyűjtő életéről és olvasmányműveltségéről. A többgenerációs könyvtár Kopernikusz-kötetét vagy az apa, vagy a fia vásárolhatta. A *Census*-ban ugyanakkor nem szerepel a kötet, így vagy elpusztult, vagy lappang valahol ez a példány.<sup>58</sup> A ma is meglévő 27 párizsi példányból mindössze hármat őriztek bizonyíthatóan a francia fővárosban 1670 előtt, s a Martin listáján szereplő hat Kopernikusz-példány sorsáról nem tudunk semmit sem. Feltételezhetően elpusztultak az évszázadok során (vagy közöttük van Mesmer példánya), de az emléküik fontos adalék a heliocentrikus modell recepciótörténetéhez. Ugyanezt elmondhatjuk a vizsgált angol magánkönyvtárak esetében is, ahol a névmutatókban hiába kerestük Kopernikusz nevét.<sup>59</sup> Nem találjuk Pedro Enríquez, az 1584-ben elhunyt egyetemi tanár (Valladolid) inventáriumában összeírt Kopernikusz-példányt sem Gingerich bibliográfiájában.<sup>60</sup> Ebből is látható, hogy a *De revolutionibus* recepciótörténetét érdemes lenne kiegészíteni legalább a már kiadott európai olvasmánytörténeti adatokkal, s azok értelmezésével.

Összegezve az eddigieket: sem Kopernikusz aggodalmas hezitálását, sem Koestler gyilkos kritikáját nem igazolta a ma is kézbe vehető egykori példányok-

<sup>56</sup> Gingerich (2002): 40.

<sup>57</sup> Roger Doucet (1956): 28.: „Et nous remarquons l’absence de l’ouvrage contemporain qui devait opérer une révolution dans les idées acquises: l’ouvrage de Copernic n’est mentionné nulle part.”; Védrine (1967): 218.

<sup>58</sup> Greffe – Lothe (2004): 47.: „76. Copernicus de revolutionib. orbium, Bas. 1[5]66, f<sup>o</sup>, parch.” Erre utalhatott Michaud (1968): 371.

<sup>59</sup> *Private Libraries in Renaissance England. (PLRE) A Collection and Catalogue of Tudor and Early Stuart Book-list*, Vol. I–VIII. Szerk. Robert J. Fehrenbach. New York – Marlborough, 1992–2014. Az első három kötet indexét tudtam átnézni, illetve az online adatbázisban (PLRE) ellenőriztem, hogy szerepel-e benne Kopernikusz: <http://wmpeople.wm.edu/site/page/rjfehr/home>

<sup>60</sup> Bennassar (1967): II, 525. Meg kell azonban jegyezni, hogy Bennassar nem tudta azonosítani a szűkszavú leírásból, hogy ez az 1543-as vagy az 1566-os (esetleg az 1542-es) kiadás lenne.

ban olvasható tulajdoni bejegyzésekből és margináliákból kirajzolódó kép. Ezt a képet tovább árnyalhatja a levéltári forrásokban megbúvó adatok a Kopernikusz-kiadásokról. Jól látható a fenti példákból, hogy nemcsak a magyarországi, hanem a nyugat-európai magánkönyvtárak rekonstrukciója is újabb információkat hozhat a ma már nem létező (vagy lappangó) példányokról. A *De revolutionibus* megkerülhetetlen alpmű volt, nemcsak a XVI–XVII. század matematikusai és csillagászai számára, hanem örömmel forgatta – még ha a teljes megértéséhez szükséges magasabb szintű matematikai tudással nem is rendelkezett – a laikus teológus, politikus, utazó, uralkodó, szerzetes, tanár, humanista műveltségű polgár. Az 1543-ban először megjelent mű az 1616-os indexre kerüléséig az európai tudós társadalom egyik igen lényeges szövegévé vált. Igaz, annak állításait a legtöbben elvetették, ám a benne foglaltakkal való szembenézést és vitát a Kopernikuszt követő generációk kiemelten fontosnak tartották.

### *Irodalom*

- Allington, Daniel (2006): *Discourse and the Reception of Literature: Problematising 'Reader Response'*. PhD, University of Stirling.
- Barker, Peter (2007): *Towards a Cognitive History of the Copernican Revolution*, *Organon*, 35 (2007) 61–72.
- Bennassar, Bartolomé (1967): *Valladolid au Siècle d'Or. Une ville de Castille et sa campagne au XVI<sup>e</sup> siècle*, (Civilisations et sociétés, 4), Vol. II. Paris – La Haye, Mouton & Co.
- Blair, Ann (2004): „An Early Modernist's Perspective”. *Isis*, 95 (2004) 420–430.
- Bornmann, Lutz (2014): „The Reception of Publications by Scientists in the Early Days of Modern Science”, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65 (2014) 2060–2061.
- Borzsák István (1994–2003): „Sambucus könyvtárának Copernicusa Debrecenben.” In: Borzsák István: *Dragma – válogatott tanulmányok, I–VI*. Budapest, Telosz.
- Copernicus, Nicolaus (1542): *De lateribus et angulis triangulorum*. Vittembergae, Johannem Lufft.
- Copernicus, Nicolaus (1994): *Gesamtausgabe*, Im Auftrag der Kommission für die Copernicus-Gesamtausgabe, Bd. VI/1. (Documenta Copernicana, Briefe,

- Texte und Übersetzungen.) Szerk. Heribert M. Nobis, Menso Folkerts, Berlin, Akad. Verl.
- Crossley, John N. (2010): „Una biblioteca en las Filipinas en 1611”, *Cuadernos para investigación de la literatura hispánica*, 35 (2010) 189–224.
- Dobrzycki, Jerzy – Szczucki, Lech (1989): „On the Transmission of Copernicus’s Commentariolus in the Sixteenth Century”, *Journal for the History of Astronomy*, 20 (1989) 25–28.
- Doucet, Roger (1956): *Les bibliothèques Parisiennes au XVI<sup>e</sup> siècle*. Paris, A. et J. Picard.
- Duhem, Pierre (2005): *A jelenségek megőrzése*. Budapest, Kairosz.
- Farkas Gábor Farkas – Zsoldos Endre (2011): „Copernicus in Carpathian Basin.” In: *Beiträge zur Astronomiegeschichte*. Szerk. Wolfgang R. Dick, Jürgen Hamel, Hilmar W. Duerbeck. Frankfurt am Main, Harri Deutsch, 2011 (Acta Historica Astronomiae, 11), 9–24.
- Farkas Gábor Farkas (2015): „A könyv, amit senki sem olvasott. Adalékok a heliocentrikus modellről folytatott vitához”, *Magyar Tudomány*, 176 (2015) 268–274.
- Galindo, Salvador (2012): „Durruty Jesús de Alba Martínez. Sobre el único ejemplar latinoamericano de la primera edición de De revolutionibus orbium caelestium de Copérnico, en Guadalajara, Jalisco, México”, *Revista mexicana de física E*, 58 (2012) 41–52.
- Gattei, Stefano (2009): „Why, and to What Extent, May a False Hypothesis Yield the Truth?” In: *Rethinking Popper. (Boston Studies in the Philosophy and History of Science, Book, 272)*. Szerk. Zuzana Parusniková, Robert S. Cohen. Springer. 47–61.
- Gatti, Hilary (2004): „Giordano Bruno’s Copernican Diagrams”. *Filozofski vestnik*, 25 (2004) 25–50.
- Gatti, Hilary (2010): *Essays on Giordano Bruno*. Princeton, Princeton University Press.
- Gingerich, Owen (2002): *An Annotated Census of Copernicus’ De revolutionibus (Nuremberg, 1543 and Basel, 1566.)*. Leiden, Brill.
- Gingerich, Owen (2004): *The Book Nobody Read: Chasing the Revolution of Nicolaus Copernicus*. New York, Walker & Company.
- Gingerich, Owen – Dobrzycki Jerzy (1993): „The Master of the 1550 Radices: Jofrancus Offusius”, *Journal for the History of Astronomy*, 24 (1993) 235–253.

- Gingerich, Owen – Westman, Robert S. (1988): „The Wittich Connection: Conflict and Priority in Late Sixteenth-Century Cosmology”, *Transactions of the American Philosophical Society*, (Philadelphia: American Philosophical Society) 78/7 (1988) 10–11.
- Goddu, André (2010): *Copernicus and the Aristotelian Tradition: Education, Reading, and Philosophy in Copernicus's Path to Heliocentrism*. (History of Science and Medicine Library, 15.) Leiden, Brill. 2010.
- Goulding, Robert (1995): „Henry Savile and the Tychonic World-System”, *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 58 (1995) 176–177.
- Greffé, Florence – Lothe, José (2004): *La vie, les livres et les lectures de Pierre de L'Estoile. Nouvelles recherches*. Bev. d'Henri-Jean Martin. (Pages d'archives.) Paris, Honoré Champion. 2004.
- Iványi Béla (1983): *A magyar könyvkultúra múltjából. Iványi Béla cikkei és gyűjtése*. (Adattár XVI–XVIII. századi szellemi mozgalmaink történetéhez, 11.) Szerk., sajtó alá rend., függelék Herner János, Monok István. Szeged, JATE.
- Jensen, Derek (2006): *The Science of the Stars in Danzig from Rheticus to Hevelius*. PhD Diss, UC San Diego.
- Juznič, Stanislav (2006): „Copernicus in Ljubjana”, *Journal for the History of Astronomy*, 37 (2006) 231–232.
- Koestler, Arthur (2007): *Alvajárók*. Budapest, Európa.
- Luther, Martin (1983): *Asztali beszélgetések*. Vál., összeáll., jegyzetekkel ellátta és ford. Márton László. Budapest, Helikon.
- Martin, Henri-Jean (1969): *Livre pouvoirs et société a Paris au XVII<sup>e</sup> siècle (1598–1701)*. Tome I–II. (Histoire et civilisation du livre, 3.) Genève, Droz.
- McKitterick, David (2013): *Old books, new technologies, the representation, conservation and transformation of books since 1700*. Cambridge [England] – New York, Cambridge University Press.
- Michaud, Hélène (1968): „Les bibliothèques des secrétaires du roi au XVI<sup>e</sup> siècle.” *Bibliothèque de l'école des chartes*. 126.
- Monok István (2010): „A magánkönyvtárak és az olvasás a korai újkorban: Vázlat az elmúlt 50 év európai kutatástörténetéről”, *Magyar Könyvszemle*, 126 (2010) 141–157.
- Morawiec, Adam (2014): „On the Provenance of a Prague Copy of Copernicus's *De Revolutionibus*”, *Journal for the History of Astronomy*, 45 (2014) 243–246.

- Mosley, Adam (2003): „The History and Reception of Copernicus’s *De Revolutionibus*”, *Journal for the History of Astronomy*, 34 (2003) 97–111.
- Mozel, Philip – Cowan, Mairi (2007): „Did Philips Lansbergen Own the University of Toronto’s *De revolutionibus* by Nicolaus Copernicus”, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 101 (2007) 236–240.
- Netten, Djoeke van (2006): „Herstelde astronomie. De laatste vroege editie van Copernicus’ *De revolutionibus* (Amsterdam 1617) en de rol van Mulerius en Blaeu”. *Gewina*, 29 (2006) 67–80.
- Omodeo, Pietro Daniel (2013): *L’iter europeo del matematico e medico scozzese Duncan Liddel*. Berlin, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte.
- Omodeo, Pietro Daniel (2014): *Copernicus in the Cultural Debates of the Renaissance Reception, Legacy, Transformation*. (History of Science and Medicine Library, 45) Leiden, Brill.
- Pearson, David (2010): „The Importance of the Copy Census as a Methodology in Book History.” In: *Early Printed Books as Material Objects*. Szerk. Bettina Wagner, Marcia Reed. (IFLA Publications Series, 149.) Berlin – Munich, De Gruyter Saur.
- Pfeiffer, Bernd (2007): „Kopernikus in der Stadtbibliothek Main”, *Mitteilungen Astronomischer Vereinigungen Rhein-Main-Nahe* 46 (2007) 2. sz. 43–48.
- Roberts, Mary K. (2010): „An Indeterminate and Expansive World.” In: *Advances in Descriptive Psychology*. Szerk. Keith E. Davis, Fernand Lubuguin, Wynn Schwartz. Exeter, Descriptive Psychology Press. 231–256.
- Rosen, Edward (1985): „Copernicus’ *Commentariolus*. Introduction.” In: *Copernicus, Nicolaus: Minor Works. Complete Works Volume III*. (Szerk. Pawel Czartoryski, ford. és kommentárokkal ellátta Erna Hilfstein segítségével Edward Rosen.) Warsaw – Cracow, Polish Scientific Publisher. 75–80.
- Rosen, Edward (1995): „Galileo’s Misstatements about Copernicus.” In: Rosen, Edward: *Copernicus and His Successors*. (Szerk. Erna Hilfstein.) London, Hambledon Press. 193–205.
- Private Libraries in Renaissance England. (PLRE) A Collection and Catalogue of Tudor and Early Stuart Book-list*. Vol. I–VIII. Szerk. Robert J. Fehrenbach. New York – Marlborough, 1992–2014. (<http://wmpeople.wm.edu/site/page/rjfehr/home>)
- Siegel, Steffen (2008): „Kosmos und Kopf: Die Sichtbarkeit des Weltbildes.” In: *Die Welt als Bild, interdisziplinäre Beiträge zur Visualität von Weltbildern*.

- (Arbeiten zur Kirchengeschichte, 107.) Szerk. Christoph Markschies, Johannes Zachhuber. Berlin, De Gruyter. 113–142.
- Sobel, Dana (2012): *A More Perfect Heaven: How Copernicus Revolutionised the Cosmos*. London, Bloomsbury.
- Špelda, Daniel (2009): „Po bitvě generálem: Anachronismy v dějinách vědy”, *Aluze, revue pro literaturu, filozofii a jiné*, 12 (2009) 2. sz. 56–72.
- Védrine, Hélène (1967): *La Conception de la nature chez Giordano Bruno*. (De Pétrarque à Descartes, 14.) Paris, J. Vrin.
- Westman, Robert S. (2011): *The Copernican Question, Prognostication, Skepticism, and Celestial Order*. Berkeley, University of California Press.

# Hogyan lett a mesteremberből forradalmár?

Kevert matematika és tudományos világkép  
Kopernikusz *Commentariolus*ától Newton *Optiká*jáig

ZEMPLÉN GÁBOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gazdaság- és Társadalomtudomány Kar, Filozófia és Tudománytörténet Tanszék

## 1. *Ha nem volt forradalom, voltak-e forradalmárok?*

Ha Kopernikuszról hallunk, általában a tudományos forradalomra és a Nap-középpontú világrépre gondolunk, esetleg az évszám is eszünkbe juthat, 1543, amikor főműve, a *De revolutionibus* megjelent, egy évben Vesalius gyönyörűen díszített anatómiai atlaszával, alig két évvel a nagy Paracelsus Bombastus halálát követően. Nikolai Kopernik művével datálják hagyományosan a forradalom kezdetét, melynek kiteljesülését a newtoni alapelvek, a *Principia* 1687-es megjelenéséhez szokták kapcsolni, alig egy évvel Buda visszafoglalását követően.

Kopernikusz kapcsán nehéz megkerülni azt a kérdést, hogy a tudományos forradalom utáni nyugati kultúrában hogyan válhatott fokozatosan egy tudományos kultúra a társadalom alapvető megismerési formájává és így minden tudás mércéjévé. Tudományos kultúrák léteztek más fejlett társadalmakban is, és Nyugat-Európában is volt olyan időszak, amikor a tudomány nem evidens módon volt a legmegbízhatóbb út a bölcsesség eléréséhez, sőt, még haszna sem volt nyilvánvaló az érdektelen megfigyelők számára. Mai szemmel gyakran folyamatos fejlődést látunk, azonban a sorba illeszkedőnek hitt gondolkodók, mint Kopernikusz, Galilei, Kepler és Newton valójában heterogén és sokféle pozícióból járultak hozzá saját koruk ismereteinek bővüléséhez.

Bizonyára lehet forradalmár egy – a korhoz mérten – békésen megöszülő, általános tiszteletnek örvendő csillagász, de pontosan milyen rendet akart is felforgatni? Nem célom olyan messze menni, mint Steven Shapin, aki a tudományos forradalomról írt könyvét úgy kezdte: „Nem volt olyan, hogy tudományos forradalom, és ez a könyv erről szól” (Shapin [1996]), de jóval konzervatívabb narratívájában már Peter Dear is úgy beszélt az időszakról, mint a tudományos reneszánsz koráról egyfelől, másfelől (szinte csak a XVII. száza-



dot, valamint Kopernikuszt sorolva ide), mint a tudományos forradalom periódusáról (Dear [2001]).

Ha abból a szempontból vizsgáljuk Kopernikusz életművét, hogy illeszkedett-e korához, azt találjuk, jelentős mértékben a kor normáinak megfelelően művelte a csillagászatot. A Nap középpontba helyezésével Kopernikusz nem *forradalmat* akart, kutatása illeszkedett egy, a korban Padovához köthető kutatási irányhoz. A már az ókorban is ismert matematikai megoldás továbbfejlesztésével a világról alkotott képünk matematikailag felismert *harmóniáját* kívánta növelni. A példák sorolhatók lennének, a forradalmár Newton például békés jómódban halt meg, sokáig a pénzverdét is irányította, és leginkább innoválni, esetleg restituálni szerette a rendszereket. Miért is gondoljuk (vagy láttatjuk) őt vagy társait forradalmároknak? Meglepő, hogy mennyire nem nehéz konzervatívként tekinteni a legnagyobb megújítókra, és ez részben a görög-római kultúra előtti tiszteletnek köszönhető.

Bár a kor fokozatosan túllépett a legtöbb tudásterület antik fejlődési szintjén, a klasszikus auktorok tömörsége, világossága sokak számára volt minta még az ipari forradalom korában is. Míg egyfelől a tudományos forradalom idejére esik a tudomány episztemikus értékének növekedése, ez az episztemikus érték nem volt nyilvánvaló a 'forradalom' humanisztikus kultúrájában. A tanulmány fő kérdése tehát így is feltehető: *hogyan voltak hitelesek korukban és váltak máshogyan hitelessé az utókor számára a tudományos forradalom leghíresebb szereplői, hősei?* Lehetnek forradalmárok azok, akik évtizedekig a nyilvánosság előtt próbálják felforgatni a dichotomizáló történetekben jellemzően feltételezett 'dogmatikus' *status quót*, miközben tipikusan támogatásokat élvezve konspirálnak? A talán legmeglepőbb magyarázat arra, hogy miért is nem érdemes forradalmárként tekinteni rájuk, az az, hogy a korban a ma tudományként látott gyakorlatok, ahol komoly innovátoroknak tekinthetjük őket, nem voltak olyan jelentősek saját kultúrájukban, mint amilyenek a tudomány diadalmenetét követően gyakran tűnnek.

Legalább három szempont szerint is jól bemutatható a 'forradalmi' területek tudáshierarchiában betöltött, még nem túl jelentős szerepe. Egyfelől a XVI–XVII. század során generációról generációra alakultak át a társadalmi feltételek és csak az időszak végére alakultak ki azok az akadémiák, amelyek már saját jogán támogatták a matematikát, a kísérleti- és természetfilozófiát. A későbbiekben erre még részletesebben kitér a tanulmány.

Másodszor ahhoz, hogy megértsük a filozófia (pontosabban a természetfilozófia) és a matematika, illetve ezen utóbbi alkalmazott területeinek távolságát, érdemes figyelembe venni az egyetemi tananyagok és a reneszánsz tudás struktúráját és hierarchiáját, ahol a teológiához sokkal közelebb álló – azzal időnként ekvivokált – filozófia és metafizika elsődlegesebb tudást képviselt. Arisztotelész még megkülönböztetett 1) változatlan és 2) változó jelenségekkel foglalkozó területeket, amelyek a) független módon léteztek, mint az első filozófia (1a) és a fizika (2a) vagy b) függenek a megismerőtől, mint a matematika (1b), így tehát e hagyomány alapján a matematika és a fizika igen távoli és az első filozófiának alárendelt területek voltak (Ross [1996]). A matematikust elsősorban alkalmazott praktikus számítási feladatok elvégzésével bízták meg, és ezek nem magától értetődően kapcsolódnak filozófiai, metafizikai, teológiai problémákhoz. Sem a fizika, sem a matematika nem bírt még azzal a státusszal, amely a tudományos fordulat időszakát követően jellemezte. A korszak elején inkább riválisként tekinthetünk az idővel szoros szövetséget kötő területekre, hiszen számos antik és hellenisztikus hagyományt felhasználva próbálták a klasszikus tudáshierarchiában máshogyan kezelt asztronómiát, illetve fizikát összeházasítani. Néhány generációval később a filozófia már összekapcsolódhatott a mechanikát, a matematikát, a fizikát, az asztronómiát vagy az optikát magában foglaló kevert matematikai területekkel, de Galilei még hatodát-nyolcadát kereste matematika-professzorként egy filozófiaprofesszor apanázsának.

Harmadsorban a vélemények heterogének voltak, sok alternatíva született a korban, nemigen beszélhetünk 'dogmatikus' *status quó*ról. Voltak akik, mint Peurbach, a fizika felől próbálták a csillagászat státuszát erősíteni (és a matematika jelentőségét csökkenteni) és voltak olyanok is, akik a matematika felől igyekeztek legitimálni a csillagászatot, vagyis alá(bb)rendelt szerepet szálni a fizikai magyarázatnak, mint Kepler. Kepler korai munkáin erősen érződik a neoplatonizmus és a püthagoreus hagyomány, csillagászati elképzeléseinek legitimitását a Timaios mint szent szöveg, a platóni testek és a kopernikuszi modell egységesítése garantálta, így jutott hite szerint mindenkinél közelebb Isten intuíciójához az égi világ tanulmányozása során. A szabályos testek gömbbe illesztése pedig kontinuos volt a hagyományos matematikával, Pappusz már foglalkozott a problémával (*Collectio* III. 4).



tani. A kevert matematika fejlődését és hibridizációs mintáit vizsgálva a modern tudomány kibontakozási folyamatát alapvetően heterogén folyamatként rekonstruálhatjuk (3. szakasz). A példák nemcsak a csillagászatot, hanem az ahhoz kapcsolódó optikát és a mechanika fejlődését is érintik, valamint bemutatják a kevert matematika és a filozófia kapcsolódásának folyamatát.

Az 4. szakasz a hitelesség kérdését vizsgálja a kevert matematika innovatív mesteremberi hagyományában, áttekintve néhány historiográfiai epizódot. Bár a polarizáló történetírás gyakran beszél forradalmárokról, Kopernikust nem tekinthetjük radikálisnak a legtöbb szempontból. A tudományos világkép átalakulása fokozatos, a fejlődés heterogén volt, a szintetikus matematikai gyakorlatokat pedig főként a XIX. századtól tekintették a (vallás ellenében) forradalminak.

## *2. Heterogén monoteizmus és polarizáló történetírás*

Európát már a középkortól jellemezte, hogy keresztény hatalmi centrumai a fokozatosan rekonstruált antik tudományos ismereteket heterogén módon egyesítették a vallásos elképzelésekkel. Az arab hatás és az arisztotelészi és platóni tanok elegyítése és hierarchizált tudásrendszerbe szervezése már a középkor teológiai és filozófiai vitáit is áthatotta, s a reneszánsz idejére a helyzet csak komplexebbé vált a neoplatonizmus, a hermetikus iratok, a kabbalista hagyomány összefonódásával és a keresztény vallás erősödő frakcionalizálásával. Jó példái ezeknek a folyamatoknak a lélek halhatatlansága körüli viták, amelyek a XVI. században felerősödtek, bár már korábban is megjelentek szintetizálási törekvések. 1311-ben az arisztotelészi természetfilozófiával kapcsolták össze a kérdést, 1513-ban az V. lateráni zsinat a lélek halhatatlanságát dogmaként ismerte el (elítélte Pomponazzi padovai professzor nézeteit), miközben a tétel filozófiai alátámasztása problematikusnak volt tekinthető.

A teológia és a filozófia közötti ágostoni szintézis helyreállítását célozza számos munka a korban, de számtalan módon, és ebből alakult ki a késő skolasztika konzervatív kötődése az egységes gondolati rendszerhez, mint olyan intézményszerű válasz a heterogenitás problémáira, amelyet az újítók rendre megbonthattak, és lokális változtatásokkal fokozatosan destabilizálni tudtak. Az antik filozófiai iskolák modern drámájában új szövetségeseik jelennek meg, így erősödik fel az

epikureus hagyomány (Wilson [2008]), miközben a gyakorlati feladatok és a praktikus tudás egyre közelebb férkőzik a filozófiai és teológiai kérdésekhez. Az egyszerű mechanikai gépek szorosabb kapcsolatban voltak a szökőkutakkal és a kinematikus szobrokkal, mint a metafizikával, de a filozófiai relevancia a korszak alatt fokozatosan megnőtt, Descartes már mechanisztikusan modellez és világgépet épít felhasználásukkal, de még ügyel a területek elválasztására. A *Dioptrikában* geometriai optikát művel és trigonometriai viszonyokat tár fel, korpuszkuális világgépe 'csak' a *Meteorológia* könyvében kapcsolódik a kevert matematikával, ami már az ókorban is hibrid volt. Nem véletlen, hogy számos destabilizáló hatás a meteorológiai kérdésekhez kapcsolódik a periódusban, s ez az új természetfilozófiák egyik elsődleges belépési pontja a reneszánsz tananyagokban (Martin [2011]).

Ha a teológiai viták felől nézzük a kopernikuszi világgép megjelenését, akkor azt mondhatjuk, hogy kezdetben marginális jelentőségű volt az új modell. Egyfelől nem zárult le az a kérdés, hogy a matematikai modellek képesek-e filozófiai relevanciával bírni, másfelől, a ptolemaioszi rendszer ismert kritikái miatt Kopernikusz rendszere egy köztudottan problémás területen közismerten nem az egyetlen, és jó eséllyel nem is a legvalószínűbb elmélet volt. Ezért aztán nem meglepő, hogy az újítást nem fogadta kitörő lelkesedéssel vagy általános ovációval a szakmai közösség. Ugyanakkor tévedés azt állítani, hogy a kor egyháza ne hajlott volna elfogadni Kopernikuszt, a *Commentariolus* kéziratban terjedő példányait már az 1530-as években érdeklődve tárgyalták Rómában, egy évtizeddel a 'hivatalos' megjelenés előtt. Az *orbis* és a *circulos* egymással felcserélhetőnek tűnt a korai hipotézisben, és Kopernikusz munkájának nyelvezete geocentrikus allúzióktól 'hemzsegett' (Rosen [1971]: 16.).

Kopernikusz a szférák átjárhatatlanságának és merevségének támogatója volt, kapcsolódva ahhoz a XI. századtól élő arab hagyományhoz, amely a ptolemaioszi modell fizikai értelmezésére tett kísérletet, majd a latin területeken a XIV. századtól fejtett ki nagy hatást. A XV. századi asztronómiakönyvekre jellemzően, Peurbach-hoz hasonlóan, Kopernikusz is minden bolygó mozgásához külön szilárd szférát rendelt. A legtöbb korai vélemény azt támasztotta alá, hogy a kopernikuszi rendszer nem állja meg a helyét fizikai modellként, bár már az 1580-as évektől, kiváltképp az Ibériai-félszigeten többen megpróbálták a kopernikuszi elméletet nemcsak a Bibliával, hanem a klasszikus arisztotelészi fizikával összhangba hozni. Diego de Zuñiga *Jóbbhoz írt kommentárjában* még

támogatólag nyilatkozik, de 13 évvel később a részletesebb természetfilozófiai vizsgálat után megváltoztatja a véleményét: a kopernikuszi elmélet az arisztotelészi természetfilozófia felől nem elfogadható. (Gaukroger [2008]: 127.) Vekerdi László is megjegyzi, akadnak, akik úgy vélik, maga Bellarmino kardinális is hajlott Kopernikusz rendszerének elfogadására, csupán a bizonyítékot nem érezte elég meggyőzőnek. (Vekerdi [1998]: 150.)

Egy asztronómiai hipotézis megfigyelések halmazait próbálta kezelni, nem pedig a kozmosz szerkezetét feltárni. Egyike volt a területeknek, amelyek hamis hipotézisekből igaz konklúzióra próbáltak jutni. Mint oly sok más kérdésben, a vélemények itt is megosztottak, ráadásul ez nem is olyan terület volt, ahol fontos lett volna az egyértelmű állásfoglalás. Alig néhányan gondolták 1580 előtt – talán csak egyedül Rheticus –, hogy a rendszer a világ fizikai struktúráját is leírja. A vallásra nézve igazán veszélyes tanok elsődlegesen nem a kevert matematika felől érkeztek, hanem a történelmi, filozófiai és filológiai vizsgálatok felől, és még a fizika felől érkező kísérleteket is előbb tették indexre, mint egy matematikai munkát.

Radikálisan eltér ez az értelmezés a vallás és a tudomány dichotómiáját túlhangsúlyozó, polarizáló és *'whig'* olvasattól, amit kitűnően érzékeltet McGrath popularizáló könyve:

„A XVI. században a naprendszer geocentrikus modelljét felváltotta a heliocentrikus modell, amely a Napot helyezte a középpontba, a Föld pedig nem volt több mint a körülötte keringő bolygók egyike. Ez gyökeres változást jelentett a meglévő modellhez képest, ezért az elmúlt évezredek valóságészlelésének egyik legjelentősebb változását láthatjuk benne. Noha a gondolkodásbeli változást általában „kopernikuszi forradalomként” emlegetik, a legtöbben egyetértenek abban, hogy három ember játszott nélkülözhetetlen szerepet a változás elfogadtatásában.” (McGrath [2003]: 23.)

Világészlelési változást néhány ember (ebben a példában Kopernikusz, Tycho Brahe és Johannes Kepler) munkásságának következményeként láttatni azért elhibázott, mert a mozgások vizsgálatának fogalmi eszközei és rendszere, amelyben bármelyik elmélet bizonyítható lett volna, még nem álltak rendelkezésre, a fizika még csak kevéssé volt matematizálható. A kérdéses terület nem volt olyan fundamentális kérdés, mint amilyenek utólag láttatja McGrath, a három

szereplő háromféle szintézist (magyarázati rendszert) dolgozott ki, és ebből talán csak egy volt tényleg heliocentrikus.

Ha a tradicionális ptolemaioszi modell felől nézzük, akkor Kopernikusz volt a legkonzervatívabb, aki egyfelől megtartotta a szférákat és ragaszkodott a körpályákhoz (részletekhez lásd Fehér Márta és Kutrovácz Gábor tanulmányát a kötetben), de empirikusan nem megfigyelhető jelenséget feltételezett: a csillagparallaxist. Főművét, ahol a Föld mozgásáról vallott nézeteit kifejtette, egy érsekhez írt levéllel kezdte (Schönberg), egy pápának dedikálta (III. Pál), nem említette benne Rheticust, és leszögezte, hogy nem a Bibliával, hanem csak antik tanokkal áll szemben. (Rosen [1971]: 26.) Tycho modellje volt a legkonzervatívabb klasszikus asztronómiai értelemben, és így a jezsuita csillagászok körében az 1620-as évektől közkedvelté vált. Riccioli megmutatta, hogy módosítva hasonló predikciós erővel bír, mint a kopernikuszi, és a rendszert még a tizennyolcadik században is elterjedten tanították, például francia területeken, amíg a kopernikuszi tanok tiltását fel nem oldották 1757-ben (Gaukroger [2008]: 188.).

Keplerre külön érdemes kitérnünk, mert vallási szempontból ő pozicionálta legmerészebben vállalkozását, hiszen neoplatoni ihletettségében az isteni és emberi intuíció találkozását látta az elrendeltetett harmóniában (*Mysterium Cosmographicum* [1596], [1621]). Ezzel együtt kifejezetten modern, hiszen már Gilbert mágneselméletét használja, amikor a Nap központi pozíciójának fizikai okát keresi. Gilbert még a Föld napi forgását próbálta a mágneses erővel magyarázni, de a bolygók számára mozgó, animált lelkeket tartott fenn. Kepler számára csak a Nap rendelkezik azzal az animális lélekkel (*anima motrix*), amely a bolygók keringéséért felel (és esetleg gyengül a Naptól mért távolsággal). A Napon belül forgást posztulál, és ennek eredménye, a sugárirányban kilépő mágneses erő az, amely a bolygókat pályájukon mozgatja. Üstökösmegfigyelései nyomán már elutasította a szilárd szférákat, és kvalitatív mágnes elméletével egészítette ki asztronómiai modelljét.

A fordulat hősei ebből a perspektívából matematikailag jól képzett újtók voltak, egy heterogén kultúra ismertté váló képviselői, akik még nem olyan dologról vitatkoztak, ami a valláshoz köthető nézetek ellen irányult volna – bár egy heterogenizálódó vallási kultúrában alkottak. Elméleteik fokozatosan vonódtak be a vallási töltetű diskurzusba, de először az uralkodói udvarok sokrétű kommunikációjának részeként, a patronálásért folytatott küzdelemben kaptak fontos szerepet. Galieli a Medicieknek írt, ők az 'Az Égi küldött' tiszteletpéldányát

elküldték II. Rudolfnak, és ő azt véleményezésre odaadta Keplernek. Kepler több szövegében legitímálta Galileit, bár hasonló szívességet nem kapott. A mecenatúrák korából fokozatos az átmenet az akadémiák korába, ahol először kapott intézményesített – és nem személyre szabott – presztízst a tudomány. A levelezési hálózatok az egész időszakban nagy jelentőségűek és ’kvázi-publikusak’, ám még a teológiai kérdéseket is vitató Leibniz–Clarke-levelezés is az uralkodói kegyekért vívott küzdelem részeként olvasható. A gyakorlati matematika hasznait korán felismerő francia modell mellett sokáig a tagok támogatása és pozíciója tartotta életben az angol Királyi Társaságot. Új világkép azonban valahogyan mégiscsak kialakult, és főként a XIX. század utolsó harmadától sokak szerint a vallás ellenében, így érdemes kicsit közelebbről megvizsgálni a tágabban értelmezett kevert matematika beékesülését a filozófiába.

### 3. *Kevert matematika és filozófia*

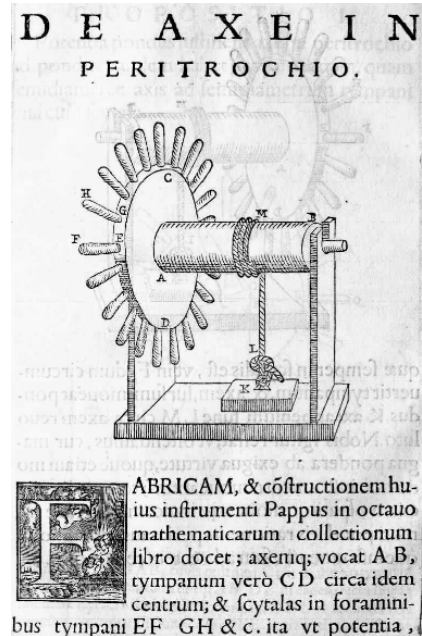
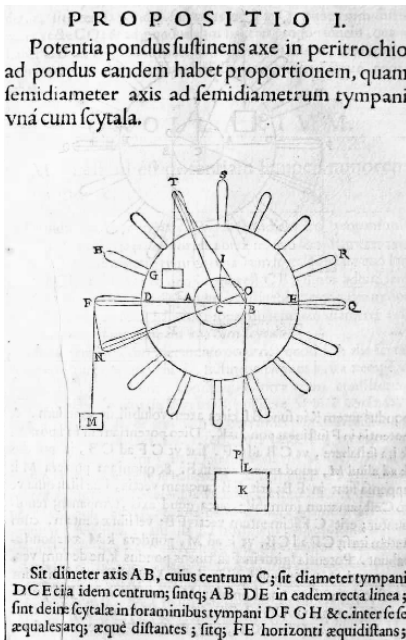
A vizsgált időszak vége felől nézve már jól látszik, hogy a matematika hogyan válik kiterjeszhetővé filozófiai kérdések megválaszolására is. Newton korai optikai munkáiban demonstratívan kíván bizonyítani egy tulajdonságot, ami a fényé, tehát azt is, hogy a fény valami, nevezetesen szubsztancia. Ekkorra már nyilvánvaló a matematika kevert területeinek relevanciája a filozófia, az ontológia és metafizika területén is. Az első optikai levélből (1672) Oldenburg ugyan még kiserkesztette azokat a mondatokat, amelyekben Newton a matematika kiterjesztéséről nyilatkozik, de ennek ellenére is nyilvánvaló volt, hogy a természetfilozófia már házasulhatott a matematikával. Ez részben annak a következménye, hogy a XVII. század közepétől történtek kísérletek új tudomány-rendszerezési és megismerési kánonok bevezetésére (a legismertebbek Desartes és Bacon), valamint maga a matematika és a kevert matematika módszerei is változtak. Ahhoz, hogy ezeket részletesebben megvizsgáljuk, érdemes röviden áttekinteni, hogyan szövődött szorosabb kapcsolat a matematika és a gépek, a mechanisztikus modellek és görbék között. Idővel a mechanizálódás a bizonyítási eljárások hierarchiájában is nyilvánvalóvá vált.

Az utóbbi években többen dokumentálták a mechanika és a matematika párhuzamos fejlődésében az egyre szorosabb kapcsolatokat, valamint az innovációt felgyorsító folyamatokat a kora modern periódusban. Domenico Berto-



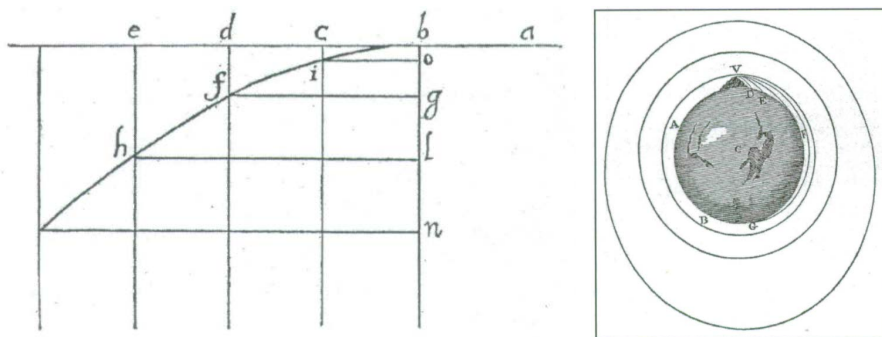
loni Meli rendszerezése a transzformáció három jól azonosítható mintájának tekinti a *leleplezést*, az *átalakítást* vagy *morfolást*, és a *dematerializációt* (Meli [2010]).

Az első esetben komplex tárgyak és eszközök leleplezése alatt azok egyszerű eszközök segítségével történő rekonstrukcióját érti. Az ilyen esetekben egyszerű rátekintés vagy minimális beavatkozás révén redukciót érhetünk el. A XVI. században terjedő Guidobaldo del Monte tekinthető az egyik legjobb példának, aki – Alexandria Pappusz és Arkhimédész mintáját követően – az emelőre redukál számos eszközt (Renn – Damerow [2010]). Követve mestere, Frederico Commandino Pappusz-fordítását már redukál: a *'reducere'* itt kezdi meg újkori pályafutását Európában, de még az arisztotelianus mechanika szellemében. A mellékelt ábrán jól látszik, hogy nem a fizikai eszköz rajza szolgál a demonstráció alapjául, az emelő leleplezése a hengerkerék geometriai reprezentációján történik.



2–3. ábra: Guidobaldo del Monte a hengerkerék redukciójáról.  
(Renn – Damerow [2010]: 106–107.)

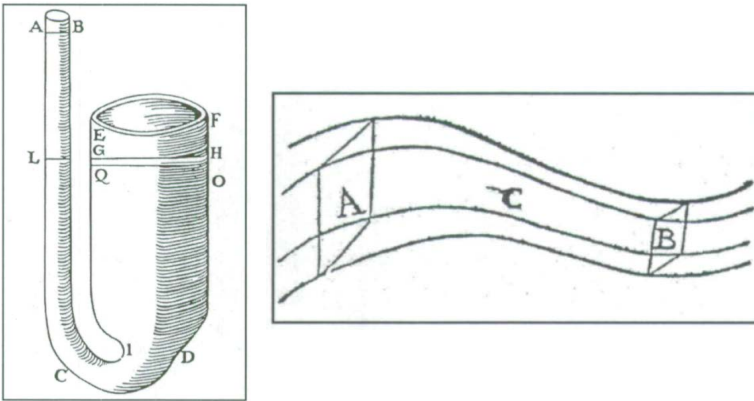
Galilei is hasonló módon jár el egy falba ágyazott gerenda ellenállásának vizsgálatakor a két új tudományról írott könyvében (*Discorsi*), szintén az előre redukálva azt. De ha a mozgás tanulmányozását vizsgáljuk, hasonló leleplezésekre akadunk a XVII. században. Galilei megmutatta, hogy az eső és a kilőtt tárgyak között nincs különbség, éppúgy, ahogy egy lövedék parabolikus pályájában felismerhetjük az eső test természetes mozgását (amihez egy vízszintes vetületet tettünk). Newton már azt is megmutatta, hogy a kilőtt és a kerengő tárgyak között nincs különbség, így vált egyesíthetővé a Hold alatti és feletti világ, amire Kopernikusz még gondolni sem mert. Az arisztotelianus fogalmi rendszer lassú széthullásához vezettek ezek a felismerések.



4–5. ábra: Galilei és Newton innovatív matematikai leleplezései  
(Meli [2010]: 584–585.)

A geometrizált mechanika gépei még klasszikus matematikai szerkezetben garantálták az átalakítások jogosságát, viszont a Meli által tárgyalt második típus, a *morfolás* eseteiben már kevésbé nyilvánvaló volt az átalakítás megbízhatósága. Így gyakran az első próbálkozásokat később segédhipotézisekkel gazdagított, komplexebb modellek követték. Pappuszt követően del Monte egy gömb alakú test egyensúlyi körülményeit próbálta megállapítani egy lejtőn, majd megoldását Galilei fejlesztette tovább (Meli [2010]: 586.). A klasszikus arisztotelianus mechanikában az emelőt mérlegre, a mérleget körre vezethetjük vissza, a kora modern korban egyre gyakoribbá váltak a kiegészítések, kiterjesztések és speciális alkalmazások a visszavezetések mellett. Az exploratív gondolatkísérletek az elméletileg még nem feltárt problématerületeken segítették a fogalmi fejlődést és a fokozatos matematizálást.

Galilei egyensúlyi állapotban kezelt egy szifont, amely mérlegként funkcionál, és ahol a nagy tároló kis vízmozgása jelentős vízszintemelkedést eredményez a szifon kisebb átmérőjű csövében. A sebességek a keresztmetszettel fordítottan arányosak, vagyis a morfolás átalakít egy egyensúlyi rendszert egy mozgó rendszerre, ahogy az Castelli folyójában jól ismert példaként ránk maradt, ahol az áramlási keresztmetszetek a:b arányával fordított viszonyban van az áramló folyadék sebessége.



6–7. ábra: Galilei és Castelli morfolásai (Meli [2010]: 587–588.)

Huygens 1673-as könyve (*Horologium Oscillatorium sive de motu pendulorum*) jól mutatja, hogy a geometria hogyan hódította meg fokozatosan az idő birodalmát is. Az izokron ingák lehetőségfeltételei után kutatva Huygens megállapította, hogy a ciklois-pofákon mozgó inga lengésideje állandó. Egyfelől geometriai sémák felhasználásával gyakorlati ötletet tudott adni az órakészítőknek, ugyanakkor további geometriai problémákat is talált: mi a ciklois (8. ábra) azon tulajdonsága, ami az oszcillációt izokronná teszi? Így ismerte fel, hogy a cikloispálya mentén az erő arányos a kitéréssel. Később ez Hooke-törvényként híresült el, de már Huygens tárgyalása érvényes volt a mozgó rugóra is. Vagyis a ciklois rugóvá morfolható.

Az anyagi korlátok eltávolításán keresztül a *dematerializáció* a harmadik, Meli által tárgyalt kategória. Egy mérleg esetén az egyensúlyi feltételek megadhatóak a súlyok és a forgásponttól való távolságok ismeretében. A mérleg a XVII. század számos kutatójánál az ütközések vizsgálatának eszközévé válhatott. Első ránézésre különös lehet a gyakorlat, hiszen fogalmilag egy mérlegen

egyensúlyban lévő két test igen különbözőnek tűnik két mozgó testtől, amik ráadásul érintkeznek, de az átalakítást segíthette a gépek terjedése és a súly és sebesség analógiája. Az egyik jól ismert vita az égi mozgások értelmezéséről a Királyi Társaságban azt problematizálta, vajon összeköti-e valami a Holdat és a Földet (ahogy Wallis vagy Hooke gondolta). Wallis Galilei árapály-elméletét fejlesztette tovább, Hooke pedig a körmozgást kúpingával modellezte, melyben az inga súlya a kerengő testet reprezentálta. Felhívta a figyelmet, hogy az analógia nem tökéletes, de vegyük észre, milyen invenciózus fogalmilag a modell: ebben az esetben is egy korlátozott rendszer, az inga szolgált egy nem korlátozott rendszer modelljeként. (Meli [2010]: 592.)

A matematika nemcsak a mechanikával tudott gyümölcsöző interdiszciplináris kapcsolatot létrehozni, hanem az anatómia is termékenyítőleg hatott a matematikára, és viszont. A tudományos reneszánsz és a tudományos fordulat időszakai alatt elsősorban nem radikalizálódást, hanem egyre fokozottabb pluralizálódást figyelhetünk meg, ahogy a különböző területek kérdései mentén lokális hibridizációk jöttek létre. Egyre nyilvánvalóbb lett, hogy a komplex megközelítések némelyikének filozófiai relevanciájája lehet. Kepler még csak mechanikus eszközöket használt geometriai optikájában, Descartes már mechanikai hipotézisek részben önellentmondásos ötleteivel rukkolt elő. És így visszatérünk oda, ahol a rövid áttekintést elkezdtük: Newton a fény szubsztancia voltát hirdetve egyértelműen filozófiai kérdésben próbált demonstratív választ és bizonyítást adni, és már a matematika kiterjesztéséről beszélt.

Newton matematikája azonban már jelentősen különbözött Kopernikusz matematikájától. Ha a matematika internális fejlődésében bekövetkező hatalmas változásokat nem vesszük figyelembe, könnyen hihetjük, hogy Kopernikuszt és Newtont valami összeköti, miközben a kortársaikhoz sokkal közelebbi kapcsolatban voltak nézeteik, mint egymáséihoz. A XVII. század elején a matematikusok jelentős része még számológépmester volt, a szisztematizált bizonyítások Descartes generációja körül kezdenek el terjedni (Schneider [1993]). Sok beszámoló nehezen tekinthető többnek, mint a matematikai tudás fitogtatásának, és a legtöbb könyvben sem rendszerező, sem rendszerépítő igény nem merül fel. Azok a kivételek, akiket a matematikatörténet nagyjai közt tartunk számon, tipikusan már nem megélhetésből, tanítványokat keresve művelték a szakmát, hanem jó módban, passzióból űzhették kedvenc időtöltésüket, a rekreációs matematikát. Eukleidész mellett fokozatosan egyre nagyobb figyelmet kap Arkhimédész vagy



tematikai innovátor, még konzervatívan hierarchizálja a geometriai bizonyításokat. Elsődleges státusza a legegyszerűbb, euklideszi elemek felhasználását igénylő bizonyításnak van, ezt követi az apolloniuszi kúpszeletek felhasználását igénylő bizonyítások és végül a legutolsó megoldás – amikor már az elegánsabb eszközök nem vezetnek eredményre – a mechanikus görbék használata (Bos [2001]: 34.).

Igazi radikalizmusra ott számíthatunk, ahol ez világnézeti kérdésekben is megjelenik, például a később intenzív történeti tanulmányokat folytató és szentháromság-tagadó Newton esetében. Newton már a mechanikus görbétek tekinti a fundamentálisabb kategóriának, hiszen minden eddig tárgyalt görbe generálható mechanikus úton (Guicciardini [2009]).

A kör központi szerepe csökken, az arisztotelianizmus és a matematika fontos kapcsolódási pontja leértékelődik. A XVIII. századi mérések igazolják Newton elméletét, és fokozatosan világképpé kezd válni egy olyan tudomány, ami matematizált ugyan, de már nem menti meg a jelenségeket, mint Kopernikusz modellje. Már nem a kepleri harmóniák, hanem a perturbációk állandósult diszharmóniája jellemzi a kor legsikeresebb elméletét, amelynek igazolása éppen az, hogy a Föld sem szabályos test, és a forgása során fellépő erők geoiddá lapítják.

#### 4. Hitelesség és paradigmaképződés

Lakatos Imre még komoly különbséget látott az úgynevezett konvencionális történetírás és az akkoriban elterjedő paradigmafelfogás között. Az első a matematikai konvenciók felől értelmezte Kopernikusz munkáját, és az egyszerűséget mint episztemikus értéket tekintette a *De revolutionibus* intrinzikus jellemzőjének (Lakatos [1978]). Lakatos példája Polányi, de számos hivatásos történész is ezen az állásponton volt (Grant [1971]: 96.). Kuhn a források és a kortársak részletesebb vizsgálatával már egyáltalán nem gondolja egyszerűbbnek Kopernikusz munkáját, és részben ezzel magyarázza, miért olyan lassan terjedt el az állítólag forradalmi nézet. Székely László már Kuhnt is konzervatívnak látja, ahogy egyik tanulmányában megjegyzi, a kopernikuszi rendszert mint matematikai csillagászati rendszert a matematikai csillagászáttal foglalkozó tudósok összemérték a ptolemaioszi rendszerrel, vagyis időt szántak az innováció értékelésére (Székely [2007]). Kuhn idejében abból kiindulva, hogy

sok kiváló természettudós nem fogadta el a napközéppontú kopernikuszi felfogást, még triviálisnak tűnt a régi és az új rendszer összemérhetetlensége, de ma már inkább úgy tűnik, hogy a különbség nem is volt feltétlenül akkora, hogy forradalminak tekinthető Kopernikusz újítása. Székely megjegyzi, hogy akik a kopernikuszi modellt választották, azt a csillagászat és a matematika kritériumai alapján jobb tudományos elméletnek tartották, valamint hogy Kuhn korai fejlődésére hatással volt A. D. White erősen dichotomizáló, tudományt és vallást szembeállító munkája (*A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* [1896]).

Bár a tudománytörténet sokáig a modern fizikai tudomány kialakulását tekintette az időszak döntő fordulatanak, azóta jól látszik, hogy a tágabb 'kevert' matematikai területeken bekövetkező változások nélkül nem értelmezhető a 'fizika' forradalma, amihez hasonló léptékű változás figyelhető meg az anyagismeret, orvoslás, kémia vagy épp térképtudományok területén is. A vizsgált kevert matematikai területen sokféle pozicionálással lehetett hírnévhez jutni; az időszakban végig megmaradt a praxiscentrumú *persona*, della Porta vagy Molyneux nem matematikusra jellemző stílusban értekeztek, 'papír eszközöket' használtak, tárgymanipulációk ismertetésén keresztül, exploratív kísérletekkel járultak hozzá a terület fejlődéséhez (Borrelli [2014]). Csak miután stabilizálódtak a modern tudomány tudóspersonái (Daston – Sibum [2003]), alakult ki ezek visszaolvasási gyakorlata a tudományos fordulat matematikus-innovátoraira.

Egy korabeli tudósnak több alternatíva között kellett álláspontot kialakítani, és magukról az elméletekről is többféle kép élt a támogatókban és bírálókban, így a kopernikuszi elmélet elfogadásáról ma már nem tudunk egyszerű tényezőkhöz kapcsolható racionalitás alapján meggyőzően nyilatkozni. Annyi kirajzolódik a terület részletesebb feltárása alapján, hogy a tudomány születésekor is már heterogén volt, nem csak azzá vált (Kutrovátz – Zemplén [2010]). A matematika rengeteg korabeli problémát tudott orvosolni, ha nem is tökéletesen. Röppályák számításától térképészeti feladatokon át a naptárreformokig nyilvánvaló volt a kevert matematika praktikus haszna. A *scientiae mixtae* teológiai ritkán jelentett veszélyes tartalmat a vizsgált időszak elején: a reformáció ideológiai határmunkálataiban kapott fokozatosan teológiai színezetet egyre több matematikát is érintő vita. Az utólag gyakran forradalmárként fel-

tüntetett prototudósok – mint Kopernikusz vagy Newton – jelentőségét vizsgálva látható, hogy kortársaik milyen mértékben fogadták el őket, ahogy a geometriai tárgyalásmód fokozatosan kiterjedt a természetfilozófiai területre is, és kapcsolódott az epikureus újjáéledéssel (pl. Descartes).

Kopernikuszt még nem tekinthetjük radikálisnak a legtöbb szempontból, közelebb volt az 'innovatív mesterember'-hagyományhoz, mint a polarizáló történetírási hagyomány gyakran sejteti. Már csak azért sem érdemes forradalmárként tekinteni Kopernikuszra, mert akkor úgy kellene pontosítanunk az állítást, hogy egyszerre legalább két forradalom győzött egy jó évszázadra, hiszen Tycho rendszere is forradalmi volt, és azt is elfogadták, éppúgy részlegesen. A két legfontosabb támogató, Galilei és Kepler, szintén nagyon eltérő módon bizonyították Kopernikusz igazát. Az *Index librorum prohibitorum* összeállítói nem a 'régiről' tudást védték, hiszen gyakran az új hipotézisnek tulajdonított episztemikus érték volt a kizárás oka. Ez a neoplatóni ihletettséggű Kepler szinte azonnali indexre vételét is részben indokolja. A matematika innovatív használata a korszak végére kapcsolódott össze a terjedő mechanisztikus világgéppel, popularizációját Newton *Optikája* nagyban elősegítette, amit már a XIX. század elején paradigmatis példának tekintett Lichtenberg. Lavoisier elemtanában a fény volt az első, megelőzve még a hőt és az oxigént is. A mindenkor tudományos világgép átalakulása fokozatos volt, a kora modern korszak szintetikus matematikai gyakorlatait a XIX. századtól látták egyre többen a világgép és valóság-észlelés forradalmának.

### *Irodalom*

- Borrelli, Arianna (2014): „Thinking with optical objects: glass spheres, lenses and refraction in Giovan Battista Della Porta’s optical writings”, *Journal of Early Modern Studies* 3 (1): 39–61.
- Bos, Henk J. M. (2001): *Redefining geometrical exactness. Descartes’ transformation of the early modern concept of construction. Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences*. New York, Springer.
- Brooke, John Hedley (1991): *Science and religion: some historical perspectives*. Cambridge [England] – New York, Cambridge University Press.



- Daston, Lorraine – Sibum, Otto H. (2003): „Introduction: Scientific Personae and Their Histories”, *Science in Context* 16 (1–2): 1–8.
- Dear, Peter (2001): *Revolutionizing the Sciences: European Knowledge and Its Ambitions, 1500–1700*. Princeton, Princeton University Press.
- Dijksterhuis, Fokko Jan (2004): *Lenses and Waves: Christiaan Huygens and the Mathematical Science of Optics in the Seventeenth Century*. Dordrecht, Kluwer.
- Gaukroger, Stephen (2008): *The Emergence of a Scientific Culture: Science and the Shaping of Modernity 1210–1685*. Oxford, Oxford University Press.
- Grant, Edward (1971): *Physical Science in the Middle Ages*. Cambridge – New York, Cambridge University Press.
- Guicciardini, Niccoló (2009): *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method*. Cambridge, MA. – London, UK, The MIT Press.
- Kutrovátz, Gábor – Gábor Zemplén (2010): „A tudomány heterogenitása és a naturalizmus”, *Magyar Filozófiai Szemle* (1): 89–112.
- Lakatos, Imre (1978): „Why did Copernicus’s research programme supersede Ptolemy’s.” In: *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Szerk. J. Worrall – G. Currie. Cambridge, Cambridge University Press.
- Martin, Craig (2011): *Renaissance Meteorology: Pomponazzi to Descartes*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- McGrath, Alister E. (2003): *Tudomány és vallás*. Budapest, Typotex.
- Meli, Domenico Bertoloni (2010): „Patterns of Transformation in Seventeenth-Century Mechanics”, *The Monist* 93 (4): 580–597.
- Renn, Jürgen – Damerow, Peter (2010): *Guidobaldo del Monte’s Mechanicorum liber*. Berlin, Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge.
- Rosen, Edward (szerk.) (1971): *Three Copernican Treatises: the Commentariolus of Copernicus, the Letter against Werner, the Narratio prima of Rheticus*. New York, Octagon Books.
- Ross, Sir David (1996): *Arisztotelész*. Ford. Steiger Kornél. Budapest, Osiris.
- Schneider, Ivo (1993): *Johannes Faulhaber, 1580–1635: Rechenmeister in einer Welt des Umbruchs*. Basel, Birkhauser Verlag.
- Shapin, Steven (1996): *The scientific revolution*. Chicago, University of Chicago Press.

- Székely, László (2007): „Thomas Kuhn mint a Felvilágosodás lovagja a XX. századi tudományfilozófiában.” In: *Kuhn és a relativizmus*. Szerk. Binzberger Viktor – Fehér Márta – Zemplén Gábor. Budapest, L’Harmattan.
- Vekerdi, László (1998): *Így él Galilei*. Budapest, Typotex.
- Wilson, Catherine (2008): *Epicureanism at the Origins of Modernity*. Oxford, Oxford University Press.



# A kopernikuszi fordulat radikalizációja Giordano Bruno kozmológiájában

SZÉKELY LÁSZLÓ

MTA BTK Filozófiai Intézet



Giordano Bruno portréja

## 1. Bevezetés: Kopernikusz, Bruno és az újkori természettudomány

Azáltal, hogy a Földet középponti égitestből keringő bolygóvá fokozta le, és a Napot mozdulatlanul rendszere középponti régiójába helyezte,<sup>1</sup> Kopernikusz radikális kozmológiai fordulatot hajtott végre az európai gondolkodás történetében. Tette ezt egy olyan korszakban, amikor a tudományban a későbbi, tisztán oksági-mechanikus személelmóddal szemben elfogadott volt még a céloksági magyarázat és a lelkes természet képzete, és – a planetáris asztronómiától eltekintve, amelyben a kezdetektől fogva meghatározó szerepet játszottak a megfigyelések révén nyert bolygópozíciók – a természettel kapcsolatos nézetek formálódásában az empirikus kutatásnak még nem volt oly hangsúlyos szerepe, mint az ezt követező századokban. Mint a kiváló Kopernikusz-kutatónál, Owen Gingerichnél olvashatjuk:

---

<sup>1</sup> A teljesség kedvéért megjegyzendő, hogy Kopernikusznál a Nap nincs pontosan a rendszer középpontjában, csak igen közel van hozzá: „a Föld e nagy körön halad a többi bolygóval együtt a Nap körül keringve. A Nap a világ középpontjának közelében van.” (Copernicus [1543]: 9. verso.) (A könyvnyomtatás első századaiban a kódexhagyomány folytatásaképpen az egyes oldalakat nem számozták, hanem csak a fóliókat, a lapokat. Így van ez Kopernikusz művének esetében is. A recto a lap első oldala vagy előlapja, a verso hátlapja.)

Mint Arisztarkhosz koncepciója közel két évezreddel korábban, Kopernikusz kozmológiája az elme nagy vállalkozása volt: olyan szellemi konstrukció, amelyet egyáltalában nem ösztönöztek a megfigyelések, s amely tényszerűen ellentmondott a közvetlen tapasztalatnak.<sup>2</sup>

Így ha e szempontból tekintjük Kopernikusz művét, első olvasatban az meglepően modernnek tűnik: csupán a Nap középponti helye mellett érvelve folya-  
modik a céloksághoz; csak a tűznek mint legtisztább elemnek méltatásával idézi föl – a püthagoreus filozófia mellett – a kor mágikus irányzatait (így a hermetizmust<sup>3</sup>), és az animista szemléletmód sincs jelen benne.<sup>4</sup> Sőt, a mű szigorúan tudományos része, a rendszer maga még a most említett céloksági és mágikus elemeket sem tartalmazza, hanem azt a görög csillagásztól – konkrétan Ptolemaiosztól – átvett egzakt matematikai-geometriai gondolkodásmód jellemzi.<sup>5</sup>

Ezzel együtt félrevezető volna Kopernikuszban a modern természettudományos gondolkodás korai képviselőjét látni. Mint az előbb utaltunk rá, rendszere a görög matematikai asztronómiát örökíti tovább, és az annak alapját képező körpályaeszme, valamint a világ egészének Kopernikusz által megőrzött zárt – az állócsillagok szférájával határolt – gömb alakja összhangban van Arisztotelész természetfilozófiájával.<sup>6</sup> De az a mozzanat, amelyben a lengyel csillagász radikálisan szakított a földközéppontú kozmosz középkori képével – a Föld bolygóként való kezelése – ugyancsak ógörög, püthagoreus idea. Így a lengyel tudós III. Pál pápához írott ajánlásában kifejezetten utal arra, hogy tanítása nem előzmény nélküli, és idézi (eredeti, görög nyelven) Plutarkhosznak a püthagoreusok elképzelését ismertető sorait:

<sup>2</sup> Gringerich 1985, 40. o.

<sup>3</sup> A *hermetizmus* hatását a reneszánsz kor gondolkodására és tudósaira elsőként részletesen Yates (1964) elemezte. Míg Yates valós, addig elhanyagolt tényezőre hívta föl a figyelmet, az azóta folytatott kutatások szerint egyoldalúan túlhangsúlyozta e hatást. (A témakörrel kapcsolatosan lásd még pl. Westman (1977); Westman – Mc Guire (1977); Brian (1980); Jones (2008): Chapter 10., 193–207., illetve Gatti (1999) és uő.: (2004).)

<sup>4</sup> E tényezőknak a reneszánsz idején játszott szerepéről lásd pl. a Brian Vicker által szerkesztett kötetet. (Vicker [1984].)

<sup>5</sup> A jelen kötetben Fehér Márta, Zsoldos Endre és Kutrovácz Gábor tanulmányában részletesebben is olvashatunk a kopernikuszi rendszer matematikájáról, illetve annak ptolemaioszi eredetéről.

<sup>6</sup> Lásd pl. Hooykaas (1978).

„Néhányan a Földet nyugalomban lévőnek tekintik. De a püthagoreus Philolaosz úgy vélte, hogy az a Naphoz és a Holdhoz hasonlóan ferde körön kering a világtűz körül. A pontoszi Herakleidész és a püthagoreus Ekphantosz a Földet mozgónak tartotta – jóllehet nem haladó mozgásban, hanem mint amely a kerék forgásához hasonlóan saját középpontja körül nyugatról keletre forog.”<sup>7</sup>

A lengyel csillagász azt is megemlíti, hogy Martinius Capella szerint a Merkúr és a Vénusz égi pályájának középpontja nem a Föld, hanem a Föld körül keringő Nap, és más megfontolások mellett ez is szerepel a Nap-középpontú világregrend melletti érvei között:

„Ha valaki megragadja ezt a lehetőséget, és a Szaturnuszt, a Jupitert és a Marsot szintén ehhez a középponthez kapcsolja; továbbá ha megéri, hogy ezek szférája elég nagy ahhoz, hogy a Merkúrral és a Vénusszal együtt a Föld is ezen belül helyezkedjen el, és itt keringjen, nem fog tévedni.”<sup>8</sup>

Mindezek miatt a Kopernikusz nevéhez kötődő „fordulat” kifejezés annyiban paradox, hogy amíg megelőzte az empíriára fokozottan hangsúlyt fektető, a természeti törvény Descartes által megalkotott modern fogalmával dolgozó, módszertanában és ontológiai előfeltevéseiben oksági-kalkulatív újkori természettudomány kibontakozását, addig ma éppen hozzá kötjük ezen utóbbi megszületését. De a lengyel csillagász rendszere nemcsak időrendben korábbi a modern tudománynál: már említett teleologikus mozzanatai és a körpályaeszme jellegzetesen tükrözik e korábbi korszak szellemiségét. Ezért nevezheti Simonyi Károly őt

<sup>7</sup> Copernicus (1543): folio iv. recto. (Copernicus [1978]: 12.) A mű kézírata az első könyv végén szintén hivatkozik a püthagoreusokra, és itt – szemben az előszóval – Kopernikusz kifejezetten megemlíti Arisztarkhosz nevét is. Ezt a részt azonban végül kihúzta. Így ez sem az 1543-as, sem az ezt követő három kiadásban (1566, 1617, 1854) nem jelent meg, viszont a kézirat fölfedezését követő kiadásokban – így elsőként az 1873-as kiadásban – már olvasható. E kihúzott rész a kéziratban az I. könyv II. fejezetének végén szerepelt, és a kézirat II. számozott lapjának hátoldalától a 13. lap első oldalának elejéig terjedt. A Föld mozgására vonatkozó püthagoreus tanításra a kihúzott rész első bekezdése utal. (Az eredeti kézirat fotomásolatában pl. Copernicus [1972]: II. verso, illetve Copernici [1973]: II. recto.) A kihúzott szöveg angol fordítása pl. Copernicus (1978): 25. A püthagoreusok Kopernikusra gyakorolt hatásáról lásd még Bilinski (1977); Casini (1974); Gringerich: i. m., illetve általában a kopernikuszi rendszer keletkezésével kapcsolatosan Goldstein (2000).

<sup>8</sup> Copernicus (1543): 8. verso. (Copernicus [1978]: 20.)

„múltba néző forradalmár”-nak, s tekintheti Georg Hermanowski olyan gondolkodónak, aki a középkor és az újkor között helyezkedik el.<sup>9</sup> Viszont ezzel szemben a korszak tudományos gondolkodásának ma már klasszikusnak számító kutatója, Alexandre Koyré – e témában alapirodalomnak számító, *A zárt világtól a végtelen világegyetemig* című művében – Kopernikusz kifejezetten az új tudományhoz sorolja, amennyiben a tőle Newtonig vezető gondolkodástörténeti folyamatot nem csupán események történetileg egymáshoz kapcsolódó láncolatának, hanem egyúttal logikailag és fogalmilag is összefüggő egésznek tekinti: koncepciójában a modern természettudományos világkép kialakulása az asztrológia kopernikuszi reformjával kezdődött, és a lengyel csillagász rendszere teremtette meg azon új fogalmi séma alapjait, amely azután Bruno, Kepler, Galilei, Descartes és más gondolkodók munkássága nyomán Newton fizikájában teljessé vált ki.<sup>10</sup>

## 2. *A kopernikuszi fordulat reprodukciója Koyrénál*

Koyré azonban nem csupán az előbb említett folytonosságot hangsúlyozza, hanem egyúttal művének eredeti és karakterisztikus mozzanataként a Kopernikuszról Newtonig vezető gondolkodástörténeti ívet olyan folyamatként írja le, amely a *zárt világtól* a *végtelen világegyetem*hez vezet. Így pedig óhatatlanul kulcspozícióba helyezi Giordano Brunót, akiről éppen ő maga mutatta meg, hogy a végtelen, nyitott világegyetem újkori képzete tőle származik.

Csak hogy – mint az előbbieken már utaltunk rá – Kopernikusz kozmosza még véges, és így joggal vetődik föl a kérdés, hogy nincs-e ellentmondás abban, ha mégsem Bruno, hanem Kopernikusz műve és neve szerepel Koyré tudománytörténeti reprodukciójában a Descartes- és Newton-féle végtelen világegyetemhez vezető folyamat kiindulópontjában?

Az orosz származású francia tudománytörténész válasza erre a kérdésre az, hogy Kopernikusz kozmosza végelessége és zártsága ellenére elméleti-fogalmi tendenciaként már magában hordozta a világegyetem Brunónál megjelenő végte-

<sup>9</sup> Vö. Simonyi (1986): 170–178. illetve Hermanowski (1985). Az arisztotelészi természetfilozófia és Kopernikusz viszonyáról lásd pl. Goddu (2010).

<sup>10</sup> Koyré (1957).

lenségét. Értelmezésében Kopernikusz egy olyan irányba tette meg az első lépést, amelyből logikusan következett a világegyetem végtelenségének eszméje, és ezért tulajdonképpen már neki magának is el kellett volna jutnia ehhez:

„A kopernikuszi világ végeessége illogikusnak tűnhet [...]. Az emberi gondolkodás – még a legnagyobb zsenik gondolkodása is – sohasem teljesen következetes és logikus. Így nem kell meglepődnünk azon, hogy Kopernikusz, aki azért hitt a materiális bolygószférák létezésében, mert szüksége volt rájuk a bolygók mozgásának magyarázatához, hitt annak az állócsillagszférának a létezésében is, amelyre nem volt szüksége.”<sup>11</sup>

„Lélektanilag teljesen normálisnak tűnik, hogy az az ember, aki az első lépést megtette, s megállította az állócsillagok szférájának mozgását, tétovázott a második lépés megtétele – e szférának a térben való föloldása – előtt. Éppen elegendő egy ember számára mozgásba helyezni a Földet, és oly mértékben megnövelni a világ méretét, hogy az *mérhetetlenné* (*immensum*) váljék; azt kérni tőle, hogy tegye még végtelenné is, nyilván túl sok volna.”<sup>12</sup>

A következőkben – szemben a Koyré által itt sugalmazott képpel – amellet fogunk érvelni, hogy Bruno kozmológiája olyan új mozzanatokat tartalmaz, amelyek nemcsak logikailag nem következnek Kopernikusz művéből, hanem ellentétben állnak annak néhány meghatározó mozzanatával.

### 3. Az arisztotelészi és a kopernikuszi kozmosz közös vonásai

Bár a „kopernikuszi fordulat” kifejezés egyaránt szembesíti az új, Nap-középpontú rendszert a középkori ember Föld-középpontú világképével, Ptolemaiosz tudományos bolygórendszerével, valamint az arisztotelészi természetfilozófia Föld-középpontú, homocentrikus szféráival, ma már a lengyel csillagászról alkotott képünkben legalább ilyen hangsúllyal szerepelnek kozmológiájának azon

<sup>11</sup> Koyré: i. m. 30–31.

<sup>12</sup> Uo. 33–34.



mozzanatai, amelyek folytonosak Arisztotelész tanításával.<sup>13</sup> A következőkben öt ilyen mozzanatot sorolunk föl:<sup>14</sup>

i) Kopernikusz kozmoszát az arisztotelészihez hasonló szférikus geometria jellemzi. Így „világ”-unk (azaz az állócsillagok szférájával lezáruló bolygórendszer) mint a világegyetem egyetlen kozmikus rendszere, Kopernikusznál is geometriai középponttal és külső, szférikus határral rendelkezik.

Ennek természetesen az sem mond ellent, hogy Kopernikusz megengedi a „világ” – mai terminológiánkkal a „világegyetem” – végtelenségét:

„De azt mondják, az ég [értsd: a külső csillagszféra – Sz. L.] fölött nincs sem test, sem tér, sem űr: abszolút semmi, és így nincs hely sem, ahol az mozoghatna. Ez esetben valóban csodálatosnak tűnik föl, hogy a semmi körbeölelhet egy létezőt. Ha viszont az ég végtelen, és csak belső, homorú része véges, talán még indokoltabb volna föltennünk, hogy rajta kívül semmi sincs, mert minden dolog, bármily nagysággal rendelkezék is, ezen belül található volna, miközben maga az ég mozdulatlanul marad.”<sup>15</sup>

„[...]az ég mérete a Földhöz képest meghatározhatatlanul nagy. Ám hogy mily messzire terjed ki ez a mérhetetlen nagyság, nem állapítható meg.”<sup>16</sup>

„Azt, hogy a világ véges-e vagy végtelen, a természetfilozófusokra hagyjuk.”<sup>17</sup>

A lengyel csillagász tehát minden véges létezőt az „égen” – azaz a csillagszférán – belülre helyezett, aminek nyomán a világegyetem általa megengedett végtelenségére csupán két lehetőséget adódik: vagy maga az általunk homorú oldaláról látott, csillagokkal teli szféra anyaga terjed ki a másik oldalán meghatározatlan messzeségekbe, vagy – a sztoikus filozófusok elképzeléséhez hasonlóan – túloldalán a fizikailag üres, végtelen tér található. Így Kopernikusz világa annak el-

<sup>13</sup> Vö. pl. Hooykaas (1987), illetve Goddu (2010).

<sup>14</sup> Arisztotelész tanítását az ég szerkezetéről részletesen „Az égről” („*Peri uranosz*”, „*De caelo*”) tartalmazza, de a filozófiai szempontokat hangsúlyozó tömör összefoglalása megtalálható a *Metafizika XII.* („*Lambda*”) könyvében is. (Vö. Aristoteles [1992].)

<sup>15</sup> Copernici (1543): 5. verso, 6. recto. (Copernicus [1978]: 16.)

<sup>16</sup> Uo. 4. verso. (Copernicus [1978]: 14.)

<sup>17</sup> Uo. 6. recto. (Copernicus [1978]: 16.)

lenére szférikus és zárt, hogy ő maga a végtelenségére vonatkozó kérdést nyitva hagyja: attól függetlenül, hogy a csillagszférán kívüli tartomány véges-e vagy végtelen, a véges létezők rendszerét e szféra csillagokat hordozó homorú oldala – azaz a csillagokkal teli égbolt – határolja. Ennek túlsó oldalán (az első, arisztotelészi opcióként) vagy nem létezik semmi sem, még csak az üres tér sem, vagy (második opcióként) e szférának anyaga vagy a meghatározatlanba terjed, vagy – ha mégsem –, rajta kívül (a sztoikus nézethez hasonlóan) a végtelenbe nyúló, fizikailag üres tér található.<sup>18</sup>

ii) Bár más és más módon, de Arisztotelész és Kopernikusz egyaránt összefüggést teremt a látható világ hierarchiája és geometriai struktúrája között. Az előbbinél a geometriai középpont az alacsonyabb értékű, romlandó létezők helye, míg a magasabb régiókat az örökkévaló ötödik elem tölti ki. Az utóbbinál ettől eltérő, hármas struktúra rajzolódik ki, de az ugyancsak a geometriát követi: a fény és a meleg forrásául szolgáló Napnak helyet adó központi tartománnyal és az állócsillagokat hordozó külső szférával állnak szemben a középpont és a külső szféra között elhelyezkedő régiók alacsonyabb rangú létezői, közöttük a Földdel.

iii) A két gondolkodó kozmológiájának szintén közös mozzanata a világot lezáró külső csillagszféra, aminek következtében Kopernikusz világa hasonlóképpen zárt, mint Arisztotelészé.

iv) Negyedik közös elem a két rendszerben a világ pontos matematikai-geometriai rendje és az égitestek harmonikus matematikai mozgása: ezen utóbbiak mindkét rendszerben geometriailag tökéletes körpályákon keringenek, mégpedig tökéletesen egyenletes mozgással – még akkor is, ha persze a Kopernikusz által Ptolemaiosztól átvett epiciklusok és excenterek kifejezetten inkompatibilisek Arisztotelész homocentrikus, Föld-középpontú szféráival. (Lásd ezzel kapcsolatosan a jelen kötetben Fehér Márta és Zsoldos Endre tanulmányát.)

v) Végül ötödik mozzanatként megemlítendő a látható világ és a kozmosz viszonya: a világegyetem égitestekkel kitöltött része – azaz az egyetlenegy létező világrendszer – mind Arisztotelészénél, mind Kopernikusznál azonos azzal a számunkra látható világgal, amely – a földi világ és az ég együtteseként – vizuálisan adott számunkra.

<sup>18</sup> Arról, hogy a kopernikuszi recepció során néhányan éltek is – többek között éppen a sztoikus kozmológia hatására – ezzel a Kopernikusz által nyitva hagyott lehetőséggel, a szférikus, középponttal rendelkező világréteg és a világ(egyetem) végtelenségének összeegyeztetésével, vö. pl. Omodeo (2014): 170–174., 177.

#### 4. Bruno szakítása a kopernikuszi kozmosszal

Bruno – annak ellenére, hogy ő maga Kopernikusz követőjeként határozza meg magát – a most felsorolt, Arisztotelészben és Kopernikuszban közös öt mozzanathból az első négyben szakít a lengyel csillagással, s többek között éppen e szakításból adódnak kozmológiájának specifikus jegyei. Ami az ötödik mozzanatot – a látható világ és a testi-fizikai kozmosz viszonyát illeti – e tekintetben Koyré szintén úgy látja, hogy szakítás történt, amennyiben az „egy világ – sok világ” ellentétére mutat rá. Mi viszont az előbb jelzett négy mozzanat rövid bemutatása és elemzése után amellet fogunk érvelni, hogy Bruno kozmológiájának egyedisége éppen abból fakad, hogy a vizuális világ és a kozmosz viszonyának tekintetében ő maga is az arisztotelészi hagyományt követi. E kozmológia ugyanis az általa hirdetett megszámlálhatatlanul sok<sup>19</sup> világ ellenére valójában annyiban folytonos mind Arisztotelésszel, mind pedig Kopernikusszal, hogy a világegyetem benne is a földi világ és a látható égi világ szintézise. S paradox módon *éppen ebből a folytonosságból fakad* az olasz filozófus világegyetemének az a sajátossága, amelynek következtében az nem csupán a kopernikuszi és az arisztotelészi, hanem *az ókori atomista világegyetemtől is* alapvetően különbözik, s aminek nyomán *e világegyetem egészen a XIX. század végéig a modern természettudományos gondolkodás etalonjává válhatott.*

Előbb azonban röviden tekintsük át Bruno kozmológiájának azon állításait, amelyek mind Arisztotelésszel, mind Kopernikusszal szemben állnak!

i) A kopernikuszi fordulatnak nemcsak előfeltétele volt a világ szférikus geometriai szerkezete, hanem e fordulat mibenléte kifejezetten e geometriai szerkezethez kötődik: a mozdulatlan Nap csak egy szférikus világban válhatott annak középponti testévé. Ezzel szemben Bruno elveti a naprendszerünket körbevevő csillagszféra eszméjét, és a csillagokat részben másik naprendszerek napjainak, részben (hipotetikusán) másik naprendszerek bolygóinak tekinti, melyek térbeli mélységben helyezkednek el, és mint ilyenek kitöltik a végtelenbe nyúló kozmikus teret:

<sup>19</sup> Bruno olykor „*mondi innumerabili*”-ről („*megszámlálhatatlan*” vagy „*számítalan világ*”-ről), máskor „*mondi infiniti*”-ről („*végtelen sok világ*”-ről) vagy „*l' infinita moltitudine de mondi*”-ről („*a világok végtelen sokaságá*”-ról) beszél, ami azt mutatja, hogy e tekintetben az „*innumerabili*” és az „*infiniti*” terminológiailag nem különbözik nála.

„Elpino: Azt hiszed tehát, hogy [...] a Saturnuson túl lévő csillagok [...] számunkra többé vagy kevésbé észrevehető napok és középponti tüzek, melyek körül számunkra észre nem vehető földek keringenek?

Filoteo: Így kellene mondanunk, mert hiszen valamennyi földet egyformán kellene értelmeznünk, szintúgy valamennyi napot is.

Elpino: Azt gondolod tehát, hogy mindazok az állócsillagok napok?

Filoteo: Nem, mert nem tudom, hogy mindnyájuk vagy csak nagyobb részük mozdulatlan-e, s hogy némelyek közülük nem keringenek-e mások körül [...]?”<sup>20</sup>

Az a szférikus szerkezet tehát, mely Kopernikusz világegyetemét jellemezte, Brunónál lokális jelentőségűre redukálódik: csupán a végtelen világegyetem véges egységeit képező naprendszerek sajátja, de ez is csupán annyiban, hogy Bruno lokálisan sem őrzi meg az égi szférákat:<sup>21</sup> a bolygók nála nem szférához kötve, hanem természetüktől vezérelve, a szabad térben keringenek helyi rendszerük középponti égiteste körül:

„Fracastoro: [...] vannak bizonyos középpontok, amilyenek a napok, a középponti tüzek; ezek körül mind a bolygók, földek, vízvilágok keringenek, mint aminthogy e hozzánk legközelebbi nap körül látjuk ezt a hét bolygót keringeni.”<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Az idézett szöveg a harmadik párbeszédéből, Elpino kilencedik megszólalásától található. (Bruno [1972]: 222.; uő: [1990]: 133.) Bruno nézeteinek képviselőjeként Filoteo ugyan az állócsillagok mozdulatlanságáról beszél, de nem világos, hogy Bruno csak a keringés hiányára gondol-e, vagy az átfogó térben való csillagpozíció mozdulatlanságára. Ugyanis e párbeszéd elején Elpino azt állítja, hogy „minden csillagnak saját mozgása az, amely az említett világmozgásnak és az úgynevezett állócsillagok mozgásának elvonásával még megállapítható” és „nincs két csillag, mely mozgásának rendjére és mértékére nézve megegyeznék” (Bruno [1972]: 220., illetve [1990]: 131–132.); a negyedik párbeszéd elején pedig azt olvashatjuk, hogy „e csillagok mind olyanok, hogy maguktól és egy belső elvnel fogva képesek mozogni” ([1972]: 246.; [1990]: 164.). Amíg a holdak és a bolygók esetén ez minden bizonnyal azoknak a központi test körüli keringésre vonatkozik, nem világos, hogy a középponti napok esetében Bruno csak ezek tengely körüli forgására gondol-e, vagy arra is, hogy azok a térben is vándorolnak, azaz – mai kifejezéssel – „saját mozgásuk” van.

<sup>21</sup> Az égi szférák elvetése nem Brunótól ered: azt már Bruno kortárs csillagászai megtették, és Bruno ismerte elméleteiket. Vö. pl. Goldstein – Baker (1995); Granada (1996).

<sup>22</sup> Harmadik párbeszéd, Fracastoro vitája Burchióval (Bruno [1972]: 241., illetve uő: [1990]: 158.).

Ennek következtében Arisztotelésszel és Kopernikusszal szemben Bruno világegyetemének nincs középpontja, sem határa, hanem az olyan homogén szerkezetű egész, amelyen belül a véges naprendszerek révén csak lokális középpontok léteznek, míg az e középpontok körülöttei tértartomány *nyitottá* válik, és határ nélkül beleolvad az egyetemes kozmikus térbe:

„Filoteo: Mi az ürest nem tekintjük egyszerűen semminek [...] Ilyen értelemben beszélünk egy végtelenről, azaz egy mérhetetlen éteri régióról, amelyben megszámlálhatatlan és végtelen sok olyan világtest van, mint amilyen a Föld, a Hold, a Nap. Ezeket világoknak nevezzük, amelyek a teliből és az üresből vannak összetéve [...]”<sup>23</sup>

„Fracastoro: [...] van egy végtelen mező és átfogó tér, mely magában foglalja és áthatja az egész mindenséget. Abban végtelen sok ehhez hasonló test van, amelyek közül egyik sincs inkább a világegyetem közepén, mint a másik, mert a világegyetem végtelen, s ennél fogva nincs sem középpontja, sem kerülete.”<sup>24</sup>

Ez persze mai kategóriákkal leírva nem azt jelenti, hogy a brunói világegyetem minden geometriát elveszített volna: annak geometriája a strukturátlan euklédészi tér, melyben az égitestek homogén (egyenletes, egyenmű) statisztikai eloszlásban helyezkednek el.

Az itáliai filozófus kozmológiájában tehát a tér nem csupán végtelen és egyenmű, hanem az – a véletlenszerű szóródásoktól eltekintve – egyúttal egyenlően van kitöltve az égitestekkel: a kozmikus anyag maga is homogén módon oszlik el benne. Így e kozmológiában valamennyi kozmikus térrégió, legyen az bármilyen messze is tőlünk, saját környezetünkhöz hasonlít: a megfigyelők hozzánk hasonlóan mindenütt napokat és naprendszereket látnak maguk körül. Tekintettel arra, hogy Bruno a „világtest”-eket (mai terminológiával: „égitest”-eket) „világ”-okként azonosítja, ily módon a görög atomisták kozmológiájának absztrakt struktúráját, a végtelen sok<sup>25</sup> világot tartalmazó, végtelen és homogén terű világegyete-

<sup>23</sup> Második párbeszéd, Filoteo második megszólalása (uo. 190–191., illetve 93.)

<sup>24</sup> Harmadik párbeszéd, Fracastoro vitája Burchióval (uo. 241., illetve 157–158.) Vö. még pl. Granada (2004): 107–110.

<sup>25</sup> Arról, hogy Brunónál a „végtelen sok” és a „megszámlálhatatlan” vagy „számtalan” terminológiailag fölcserélhető, lásd korábbi jegyzetünket.

met eleveníti föl. (Azzal, hogy ez a párhuzam a görög atomistákkal csupán az elvont struktúra tekintetében áll fenn, míg a maga konkrétságában Bruno kozmológiája az ókori atomista elképzelésekhez képest is alapvetően új, tanulmányuk következő részében foglalkozunk.)



„A végtelenről, a világegyetemről és a világokról”  
eredeti londoni – de velenceiként megjelölt – kiadásának címlapja

ii) Az itáliai filozófusnál nemcsak a kozmikus tér és a benne található objektumok elrendezésének geometriája, hanem magának az égitesteknek a természete is egyneművé válik. Ezek – bár szemben az újkori természettudománnyal, lelkes, eleven létezők – azonos jellegűek: nincs hierarchikus különbség a Föld, a bolygók, a Nap, az állócsillagok, valamint a további égitestek között:

„Elpino: Azt hiszed, hogy tartósságára és szilárdságára nézve a Nap legbensőbb anyaga olyan mint a Föld? Mert tudtommal nem kétkedől benne, hogy az egész világegyetemnek egy az ósanyaga.

Filoteo: Bizonyára így van.”<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Harmadik párbeszéd, Elpino 17. megszólalása és Filoteo válasza (uo. 223., illetve 135.).

„Elpino: Így tehát azok, akik azt mondják, hogy a környező világító testek bizonyos kvintesszenciából állnak, hogy bizonyos isteni testi szubsztanciák, amelyek egészen más természetűek, mint azok, amelyek a mi közelünkben vannak, s amelyek közelében mi vagyunk – éppúgy tévednek, mint azok, akik ugyanezt a gyertyáról vagy egy, a távolból látható ragyogó kristályról mondanák?

Filoteo: Bizonyára.

Fracastoro: Valóban, ez megfelel minden észrevevésnek, értelemnek és észnek.”<sup>27</sup>

Ezen materiális egyneműség egyúttal azt is jelenti, hogy a brunói világtestek – az atomisták világaihoz hasonlóan – lakottak, és így nem mi, emberek vagyunk a világegyetem egyetlen értelemmel bíró élőlényei.<sup>28</sup>

iii) Mint láttuk, a brunói világegyetem homogenitása következtében Arisztotelésszel és Kopernikusszal szemben határok nélküli, végtelen és ebben az értelemben nyitott. Ezzel kapcsolatosan a történeti hűség kedvéért meg kell említenünk, hogy mind az állócsillagok szférájának elvetésében (és így naprendszerünk nyitottá tételében), mind a csillagok végtelen térbeli mélységben történő eloszlásának fölvetésében Thomas Digges megelőzte Brunót. Ezzel együtt Digges mégsem tekinthető Bruno elődjének: a fizikai világ nála ugyanott ér véget, ahol Arisztotelésznél és Kopernikusznál: a csillagok régiója már nem tartozik hozzá, hanem mint transzcendens szféra „*a hatalmas Isten udvara, a kiválasztottak és az égi angyalok lakóhelye*”, amely egyúttal „*a boldogság palotája megszámlálhatatlanul sok örökké ragyogó dicsőséges fénnel földíszítve, amelyek messze tökéletesebbek napunknál mind mennyiségben, mind minőségben*”.<sup>29</sup> Digges világegyeteme így egy véges belső, szférikus fizikai tartományból – a már nyitottnak tekintett naprendszerünkéből – és az azt körbevevő végtelen, transzcendens világból tevődik össze, és a csillagok e transzcendens régió transzcendens létezői.<sup>30</sup> Nem ő, hanem

<sup>27</sup> Harmadik párbeszéd, Elpino, Burchio és Fracastoro vitájának kezdete előtt (uo. 227., illetve 140.). A világegyetem ezen egységességére vonatkozó tétel talán még karakterisztikusabban fogalmazódik meg *A hamvazószerdai lakomában*, míg annak természetfilozófiai-metafizikai alapjairól Bruno *Az okról az elvről és az egyről* című dialógusában értekezik közelebbről.

<sup>28</sup> Pl. „Burchio: Így tehát a többi világnak is vannak lakói, csakúgy, mint ennek? Fracastoro: Ha nem így és nem jobban, akkor semmivel sem kevésbé vagy rosszabbul.” Harmadik párbeszéd. (Uo. 242., illetve 159.)

<sup>29</sup> Idézi Koyré: i. m. 36.

<sup>30</sup> Koyré mellett vö. még Granada (2007).

Bruno volt az, aki ténylegesen végtelenné és homogénné tette a fizikai világegyetemet.

iv) A világegyetem szférikus geometriájának tagadása önmagában nem vonja maga után az égitestek szférikus szerkezetének és a precíz geometriai mozgásoknak elvetését: az égitesteknek mint lokális kozmikus létezőknek szabályos, gömbszerű alakja, valamint a csillagok körül keringő bolygók geometriailag tökéletes alakzatú pályája mint lokális geometria nincs ellentmondásban a világegyetem egészének homogén geometriájával. S mint láttuk, Brunónál az égitestek keringése révén lokális sajátosságként valóban megmarad a naprendszerek körkörös fölépítése. Ám – itt nem részletezhető természetfilozófiájával összhangban – e geometria nem pontos és nem szilárd. Bár egyes égitestek természetüket követve, lelkes létezőként más égitestek körül keringenek, semmi sem kényszeríti őket arra, hogy pontos körpályán és/vagy egyenletes sebességgel, mindig ugyanúgy haladjanak. E brunói elképzelés pedig éppen annak a matematikai asztronómiának alapjait semmisíti meg, amelyeket a püthagoreusok, majd Platon, Arisztotelész és az őket követő ókori görög csillagászok alapoztak meg, és amelyet Kopernikusz és Kepler is képviselt. Ezzel pedig maga Bruno is tisztában van, amikor határozottan elveti – nem ismeretelméleti, hanem éppen a most említett, a pontos matematikai mozgásokat tagadó ontológiai-termetfilozófiai elképzelésre hivatkozva – a bolygómozgások matematikai előjelzésének lehetőségét:

„ahogyan nincsen természetes test, mely tökéletesen gömbölyűnek bizonyult volna és így abszolút középpontja lenne, úgy a természetes testekben általunk fizikailag érzékelt mozgások közt sincs egyetlenegy sem, ami nagyon ne különböznék az egy középpont körül történő abszolút és szabályos körforgástól, bármennyire erőlködjenek is némelyek egyenlőtlen körök és különböző átmérők pótlékaival és töltelékeivel [...] orvosolni a természetet.”<sup>31</sup>

Bár e szövegrész konkrétan a körmozgások ellen irányul, első sorai alapján – valamint a világtestek lelkes voltára vonatkozó, Bruno műveiben számos helyen megfogalmazódó tézis következtében – minden matematikailag pontos mozgásra vonatkozik: szemben az arisztotelészi bolygómozgásokkal és a ptolemaioszi-kopernikuszi közös előfeltevéssel, de ugyanúgy Galileivel vagy Keplerrel (viszont

<sup>31</sup> Bruno (1952): 70–71. (Vö. még pl. Granada [2004], különösen: 106–107.)



Cusanusszal és a görög atomistákkal összhangban), Bruno természetében nincsenek tökéletes matematikai mozgások, azt nem a „matematika nyelvén” írták, nincsen benne hely matematikailag pontos természeti törvények számára.<sup>32</sup>

### 5. *A brunói kozmológia mint a vizuálisan adott világ arisztotelészi–kopernikuszi képének átértelmezése*

A korábbiakban azt állítottuk, hogy Bruno kozmológiájának egyedisége abból a mozzanataból fakad, hogy a vizuális világ és a kozmosz viszonya tekintetében megőrzi a folytonosságot Arisztotelésszel és Kopernikusszal. A következőkben ennek tárgyalására térünk át, és ennek részeként összevetjük a világok végtelen sokaságának ógörög, atomista tanítását a világok megszámlálhatatlan sokaságára vonatkozó brunói elmélettel.

Közismert, hogy a világegyetem végtelenségének és a világok végtelen sokaságának eszméje a görög atomistáktól származik, amit Bruno elsősorban Lucretius *De rerum natura*<sup>33</sup> című művéből ismert meg.<sup>34</sup> A vele foglalkozó irodalom ugyanakkor arra is fölhívja a figyelmet, hogy lelkes kozmosza a létezők természetének tekintetében radikálisan különbözik az ógörög atomisták mechanikus világegyetemétől. Továbbá olykor – így pl. Koyrénál – annak megemlítésével is találkozunk, hogy az itáliai filozófus a világegyetem konkrét térszerkezete tekintetében sem teljesen követi az atomistákat. Ez az utóbbi mozzanat azonban nem kap jelentőségének megfelelő hangsúlyt: például Koyré csupán lábjegyzetben utal rá.<sup>35</sup> Pedig éppen ez az eltérés az, ami specifikálja Bruno elméletét; ez az a sajátosság, aminek következtében Bruno nem egyszerűen az atomista kozmológiai séma föllevenítője, hanem a világegyetem olyan merőben új képének megalkotója, amelynek korábban nem volt előzménye. S hatása az európai természetfilozófiai-kozmológiai gondolkodásra éppen világegyetempképeken ezen – az atomistáktól eltérő, viszont Arisztotelésszel és Kopernikusszal folytonos – újdonságából fakad.

<sup>32</sup> Bruno és a kopernikuszi kozmológia viszonyáról Koyré és Yates mellett vö. még McMullin (1987); Michel (1962) és (1972); Granada (2007), (2008), (2001) és (2004).

<sup>33</sup> Magyar nyelvű fordítása Lucretius (1977).

<sup>34</sup> Vö. pl. Yates (1964); Koyré (1957); Singer (1941); uő (1950); Szemere (1917).

<sup>35</sup> Koyré: i. m.: a II. fejezethez fűzött 15. jegyzet, 35. (A jegyzet szövege 282.) Omedeo (2014) pl. meg sem említi ezt a fontos sajátosságot, pedig részletesen foglalkozik Brunóval.

Nevezetesen, amíg az atomista világegyetem térben és időben ugyanúgy végtelen, és hasonlóképpen végtelen sok világot tartalmaz, mint Brunóé, addig az előbbi világi mint atomok örvényei empirikusan zártak, aminek következtében – ezek egyedi példányaként – a mi saját világunk szintén zárt: e kozmológiában az állócsillagok nem „más világok”, hanem saját világunk égitestei, amelyek ráadásul nem is föltétlenül annak külső peremén helyezkednek el. (Diogenes Laertios szerint például Leukipposznál a csillagok a Hold és a Nap pályája között találhatóak.<sup>36</sup>) Azaz a klasszikus görög kozmológiában egyetértés volt a tekintetben, hogy „a csillagok, amelyeket látunk, a mi világunk csillagai [...] Mind az atomisták, akik hittek a végtelen világegyetemben, mind az arisztotelianusok, akik nem, egyetértettek abban, hogy világunk maga véges rendszer.”<sup>37</sup>

Így ha az atomista és a Bruno-féle kozmológia egyik különbsége abban a szembevetendő eltérésben jelenik meg, hogy Brunónál a végtelen világegyetemet kitöltő lokális kozmikus rendszerek – szemben az atomista örvényekkel, azaz az atomisták „világ”-aival – a mi kopernikuszi rendszerünkhöz hasonló napközéppontú rendszerek, akkor másik oldalról ennél jóval nagyobb jelentőséggel bír az a tény, hogy e lokális rendszerek empirikusan nyitottak, „ki lehet látni” belőlük. Azok ugyanis akár olyan zárt rendszerek is lehetnének, amelyek a nem napszerűnek tekintett csillagoknak helyet adó hagyományos csillagszférát is magukban foglalják, mivel a világegyetem végtelenségének és a világok sokaságának tana még akkor sem igényli a lokális rendszerek nyitottá tételét, ha a mi naprendszerünkön kívüli világokat a Kopernikusz – vagy éppen Kepler – által leírt rendszer mintájára elképzelt végtelen sok rendszer napjaival, bolygóival, holdjaival azonosítjuk.<sup>38</sup> Így megalkotható lett volna egy végtelen sok világot tartalmazó, végtelen terű kozmológia pél-

<sup>36</sup> „A Nap köre a legkülső, a Hold körpályája pedig a legközelebbi, a többi csillagoké pedig ezek közé esik.” Steiger (1992): 51. (A standard Diles–Kranz-számozás szerint A1.) Sextos Empeiricos ismertetésében Démokritosznál a Földtől kifelé előbb a Hold, majd a Nap s ezután az állócsillagok következnek, míg a bolygók különböző távolságra vannak a Földtől. Ebből indirekt módon az következik, hogy az állócsillagok távolsága egyenlő, tehát elrendeződésük szféraszerű. Az viszont nem világos, hogy a bolygók e gömbhéjszerű régió kívül keringenek-e vagy sem. Vö. Diels – Kranz: Démokritosz A40., illetve Steiger i. m.: 105–106.

<sup>37</sup> Furley (1987): 136. (Furley az idézett részt követően figyelmen kívül hagyja Diogenes Laertios előbbi beszámolóját, mert a „véges rendszer” után hozzászeli: „amelyet a csillagok szférája határol”).

<sup>38</sup> Bár a homogén teret kitöltő kozmikus egységek Brunónál a naprendszerek, a brunói világfogalom nem a naprendszer, hanem a naprendszereket alkotó égitestek – a napok, bolygók, holdak – fogalmával azonos.

dául úgy is, hogy a csillagszférát a Naprendszer határának tekintjük, és e határon túl, számunkra láthatatlanul helyezük el az ugyancsak ily módon zártnak tekintett további naprendszerek sokaságát. S az atomista kozmosz örvényvilágai tulajdonképpen – ha nem is „nap”-, mint inkább „föld”-rendszerekként, hiszen az atomisták szerint a világokban általában egy földszerű égitest van közepén – ilyen zárt világok: e világok lakói számára a „másik világok” „láthatatlan”-ok, empirikusan elérhetetlenek.<sup>39</sup>

Azzal, hogy Bruno az állócsillagokat részben napoknak, részben más napok körül keringő bolygóknak tekinti, valamint a „másik világok”-at az így adódó naprendszerek égitestjeivel azonosítja, vizuális horizontunkon belülré emeli ezen utóbbiakat, és ezáltal láthatóvá teszi a saját világunktól különbözőnek tételezett világegyetemet. *Az atomistáknál empirikusan-vizuálisan csak a mi véges világunk adott: az éjszaka élénk táruló csillagvilág ennek régiója. Arról pedig, hogy a világegyetem végtelen sok további világot tartalmazva különbözik ettől, csupán a filozófia révén tudunk. Brunónál ezzel szemben a csillagokra tekintve már nem a mi világunk alkotórészeit látjuk, hanem e másik világok példányait, azaz a világok sokaságából álló világegyetem látványa tárul élénk.* S ez akkor is így van, ha ezen utóbbinak csak legközelebbi, a végtelenségéhez képest elenyészően parányi részlete figyelhető meg számunkra. Mert valamit látni nem azt jelenti, hogy az egészet látjuk. Ha kinézünk például egy Dunára néző lakás ablakán, a Dunát látjuk, bár jóllehet, nem az egész Dunát, hanem annak csak parányi részletét. Arisztotelésznél és Kopernikusznál a saját világunkat látjuk, de egyúttal a testi létezők összességét, azaz a fizikai világegyetemet is, hiszen a világunkat lezáró külső szférán túl nincsenek további fizikai entitások. Brunónál hasonló a helyzet: egyszerre látjuk saját világunkat és egyúttal a sok világból álló világegyetemet is (abban az értelemben, amiképpen egy Dunára néző lakás ablakából magát a Dunát láthatjuk). Ezért nála *a fizikai világegyetem ugyanúgy a vizuálisan adott világgal azonos, miként az arisztotelészi és a kopernikuszi egyetlenegy világ a földi világból, a Napból, a Holdból, a további bolygókból és*

<sup>39</sup> „Lucretius valóban állította a tér és a világok végtelen sokaságát, de fönntartotta saját, látható világunk végességét és a csillagszférát, amelyen kívül, de számunkra megfigyelhetetlenül, másik azonos vagy hasonló »világok« találhatóak. Anakrosztikusan tekinthetjük ezt a koncepciót a végtelen térben elszórt modern szigetvilágok előképének, de csak egy nagyon lényeges különbséggel: Lucretius világi zártak és nincsenek kapcsolatban egymással.” (Koyré [1957]: 232.) Vö. még Furley (1981), uó (1987): 136–145.; Gatti (1999): 102–103.

csillagokból (valamint a láthatatlan, de a látható világtestekhez tartozó égi szférákból) áll. Csak éppen e külső szféra Arisztotelészhez és Kopernikuszhoz képest jellegében, természetében átalakul: csillagokkal kitöltött végtelen térré változik át, míg maguk a csillagok a Naphoz és a bolygókhoz hasonló természetű, térbeli mélységben elhelyezkedő világtestekké válnak.

Így ha a görög atomistáknál nem a csillagok mint vizuális jelenségek természetének átértelmezésével, hanem spekulatív megfontolások alapján adódik a világok végtelen sokasága, akkor az itáliai filozófusnál éppen az éjszaka látható csillagos égboltnak mint minden ép látású személy számára vizuálisan adott élménynek radikálisan új értelmezése adja e sokaságot: e kozmológia kontextusában az éjszakai égboltra tekintve a világok – azaz a naprendszerek középponti testjei és a körülük keringő égitestek – végtelen sokaságából álló világegyetem részlete tárul elénk. Ha pedig e látványt képzeletben kivetítjük a tér végtelen mélységeibe, megkapjuk a világok megszámlálhatatlan sokaságát tartalmazó, homogén eloszlású, végtelen brunói világegyetemet, amelyben bárhol máshol – akár elképzelhetetlen messzeségben is – hasonló látvány tárul elénk, mint innen, a Földről.

E rész befejezéseképpen meg kell még említenünk, hogy az atomista világegyetem örvényvilágai időleges képződmények, amelyek előbb vagy utóbb fölbomlanak, és ilyenkor külső burkuk is széthullik.<sup>40</sup> Egy ilyen pusztuló világban pedig a benne lakozó lények számára elvben láthatóvá válhatnak a világunkon kívüli atomi konfigurációk, és ezek részeként néhány másik világ részlete is. Arról viszont nincs információnk, hogy e kozmológia hívei szerint ez az elvi lehetőség ténylegesen milyen látványnak felelne meg. Az biztos, hogy semmiképpen sem fénylő, csillagszerű égitesteknek, hiszen – mint láttuk – az atomista természetfilozófia szerint a bolygók és az állócsillagok a normál, stabil állapotban lévő világok objektumai. Nem is beszélve arról, hogy saját világunk fölbomlása esetén a Föld és az emberi élet is a pusztulása stádiumába lépne, így a másik világok látványa már csak egy pusztuló emberiségnek lehetne osztályrésze.

<sup>40</sup> Vö. pl. Diels – Kranz: Démokritosz A 40. és A 48. (Steiger [1992]: 105–106.)

## 6. *Az állócsillagok mibenlétére vonatkozó brunói állítás mint Bruno kozmológiai újításának kulcsa*

A kozmológia brunói fordulatának lényege tehát az a mind az atomista, mind az arisztotelianus, mind a kopernikánus kozmológiához képest gyökeresen új világegyetemkép, amelyben a világegyetem tere – egyik oldalról – az atomisták kozmoszához hasonlóan végtelen, homogén, és végtelen sok világot tartalmaz, de amelyben – másik oldalról – az egyes világok az atomista örvényektől eltérően a nyitott naprendszerekbe rendeződő égitestvilágok. Könnyű belátni, hogy egy ilyen új kozmológia csak azáltal vált lehetségessé, hogy Bruno a csillagok nagyobb részének a Nappal, másik részüknek a Nap körül keringő bolygókkal azonos természetet tulajdonított. Csak ezen alapvetően új elképzelés nyithatta meg számára a kozmikus teret, és tehetette lehetővé, hogy a csillagvilágnak végtelenbe nyúló térbeli mélységet tulajdonítson. A világok végtelen sokasága ebből pedig már teológiai érvek nélkül is természetes hipotézisként adódik, hiszen ha a közös kozmikus térben elhelyezkedő világoknak a tér mélységébe nyúló sokasága vesz körül bennünket, akkor nincs indokunk bárhol is olyan határt föltételeznünk, ahol e sokaság véget érne.<sup>41</sup>

## 7. *Tovább lépés a Kopernikusz által megnyitott úton, vagy újabb fordulat?*

A Bruno által fölrajzolt világegyetemképben tehát öt alapgondolat ötvöződik:

- i) az atomista kozmosz absztrakt szerkezete (a végtelen terű, végtelen sok világot tartalmazó, homogén, középpont és hierarchia nélküli világegyetem),
- ii) bolygórendszerünk napközéppontúságának kopernikuszi eszméje, de a kopernikuszi rendszer alapjaihoz tartozó pontos matematikai mozgások elvetése,
- iii) a csillagok természetére vonatkozó, a Nap-rendszert nyitottá tévő, Brunótól eredő elképzelés,
- iv) a „világtest” és a „világ” fogalmának azonosítása,

<sup>41</sup> Bruno életéről, az őt ért hatásokról és kozmológiájáról a korábban rendszeresen hivatkozott Koyré (1957) és Yates (1964) mellett lásd még Szemere (1917); Singer (1941), uó (1950); Michel (1962) (illetve uó: [1972]); Kirchoff (1980); Seidengart (1992); Granada (1996), (1997), (2006), (2007); Gatti (1999), (2001), (2011).

v) a mi nyitott rendszerünkhöz hasonló naprendszereknek, mint a kozmikus rend alapegységeinek végtelen sokasága (melyből a „világtestek” – azaz a „világok” – végtelen sokasága is következik).

Kézenfekvően adódik az a tanulmányunk elején föltett kérdés, hogy mennyiben tekinthető a kozmológia e reformja a Kopernikusz által megkezdett fordulat továbbvitelének, illetve mennyiben hozott ahhoz képest új, belőle logikailag nem következő gondolati vagy fogalmi sémát?

Az eddigiek alapján talán már érzékelhető, hogy amikor Koyré Kopernikusban olyan gondolkodót lát, aki az általa végrehajtott nagy jelentőségű és radikális fordulat ellenére „tétovázott”, s képtelen volt levonni újítása következményeit, akkor e kiváló tudománytörténész és tudományfilozófus *a történeti egymásra következő sorozatába indokolatlan logikai összefüggést vetít bele*, és ezáltal belesik a későbbi fejlemények szempontjából történő visszamenőleges ítékezés hibájába. S nem csupán arról van itt szó, hogy a kopernikuszi kozmológiai reformhoz mint olyanhoz fogalmilag egyáltalában nem tartozik hozzá a csillagszféra mibenlétét érintő hagyományos elképzelés megkérdőjelezése, hanem arról is, hogy e fordulat kifejezetten a geometriai szerkezetű, véges világ fogalmi keretében nyeri el értelmét. S ez igaz mind a fordulat technikai jellegű mozzanataira, mind ontológiai-természetfilozófiai dimenziójára. Kopernikuszt elsősorban a bolygómozgások érdekelték, és nem áll rendelkezésünkre semmiféle olyan információ vagy érv, mely szerint ne elsősorban a ptolemaioszi rendszer keretén belül megfogalmazódó belső problémák vezették volna el a Föld és a Nap helyének megcserélésére.<sup>42</sup> Továbbá e helycserét elősegíthette az a püthagoreus természetfilozófia és kozmológia, amely szintén a szférikus, középponttal rendelkező, geometriai renddel bíró világ eszméjén alapult, hiszen a tűznek mint a legtisztább elemnek a középpontba helyezése elképzelhetetlen lett volna egy geometriai struktúra nélküli, homogén világban. A Nap középponti pozíciójának megindokolásakor maga a lengyel mester is hivatkozik arra, hogy ennek a fény és a meleg forrásául szolgáló égitestnek a legméltóbb helye a geometriai középpontban van:

„De mindenek középpontjában a Nap áll. Hiszen e csodálatos templomban ki tehetne volna e fényforrást más vagy jobb helyre, mint ide, ahonnan egy időben

<sup>42</sup> Lásd erről részletesebben e kötetben Fehér Márta és Kutrovácz Gábor tanulmányát.

az egészet megvilágíthatja? Mert méltán nevezték őt egyesek a világ lámpásának, mások eszének, s megint mások uralkodójának. Triszmegisztosz a látható istennek nevezi, Szophoklész Elektrája a mindent látónak. Így kormányozza valóban a Nap, királyi trónján ülve, az őt körülvevő csillagok családját [...].”<sup>43</sup>

„E rendben tehát a világ oly csodálatos szimmetriájának lehetünk tanúi, s a mozgás és a szférák nagysága között oly szilárd, harmonikus összefüggésnek, melyet más módon nem lelhetnénk meg.”<sup>44</sup>

Bruno ezt az egyetlen példányban létező, szimmetrikus világot rombolta le, és ezt nehéz olyan következménynek tekinteni, amely Kopernikusz rendszerének szellemiségéből, belső logikájából adódott volna, amit ezért már tulajdonképpen neki magának is meg kellett volna tennie. Ahogy Kepler sem „tétovázott”, hanem éppenséggel az egész munkásságának értelmet adó természetfilozófia jegyében tudatosan utasította el a geometriai szerkezet nélküli kozmoszt és a kozmikus világok sokaságát,<sup>45</sup> úgy a valóságos, a Kopernikusz által tényszerűen végrehajtott fordulatból sem következhetett önmagában a továbblépés Bruno világegyeteméhez. Egy újító személyiség egyáltalában nem válik „következetlenné”, ha nem radikalizálja saját fogalmi keretének szétveréséig újítását.

A fentiek nyomán ezért inkább a Koyré-féle álláspont ellentéte tűnik a helyesnek: Bruno a kozmológiában egy olyan fordulatot hajtott végre, amelyet ugyan a napközéppontúság kopernikuszi eszméje motivált, s a szűkebb értelemben vett – tehát a Kopernikusz által tényszerűen végrehajtott – kopernikuszi fordulat által megváltoztatott szellemi légkör kontextusában született meg, de amely mégis attól fogalmilag független, abból logikailag nem következő újítás volt. Másképpen fogalmazva: Bruno a kopernikuszi kozmológiai vagy fogalmi sémából (Thomas Kuhn terminológiájával: „paradigmá”-ból) kiemelte a napközéppontúság eszméjét, majd miután kiegészítette azt a csillagok természetére vonatkozó saját természetfilozófiai tételével, az atomista kozmológiai sémába helyezte át.

Ám e megközelítés sem teljes. A kopernikuszi fordulatban ugyanis jelen van már a homogenizálás, a nivellálás és az anti-antropocentrikusság tendenciája.

<sup>43</sup> Copernici (1543): 9. verso (illetve Copernicus [1978]: 22.).

<sup>44</sup> Copernici (1543): 9. verso / 10. recto (illetve Copernicus [1978]: 10.).

<sup>45</sup> Vö. Koyré: i. m.: 58–87.; illetve Omodeo (2014): 192–195.

Az ember lakóhelye, a Föld, a bolygók egyikévé – bolygó volta tekintetében a többi bolygóval egyneművé – válik, s ezáltal az ember kozmikus pozíciója leértékelődik, eltűnik az egyértelműen antropocentrikus kozmikus geometria. Ugyanakkor az így adódó új geometria még mindig magában foglal antropocentrikus elemeket, amennyiben a geometriailag kitüntetett középpontban éppen az az égitest kerül, amely a földi élet számára a meleget és fényt biztosítja. S a kozmosz Kopernikusznál még közvetlenül megjelenő geometriai szépsége is emberi vonatkozású, hiszen összhangban van a kozmosz felé forduló ember harmóniavágyával. Brunónál azután ez a harmónia széttörik: ha a Föld a lengyel csillagásznál bolygóvá nivellálódott, nála már az embernek fényt és meleget nyújtó Nap is immár a végtelen sok hasonló nap egyikévé válik, míg az ember otthonául szolgáló, Arisztotelésznél és Kopernikusznál még egyetlen világ a végtelen sok világ egyik esetleges, lokális, a homogén és végtelen kozmosz egésze szempontjából észrevehetetlenül parányi elemévé fokozódik le.<sup>46</sup> Kopernikuszra még nem, de Brunóra már kifejezetten igaz Nietzsche metaforája a jeges köpönyegként magunkra vett térről.<sup>47</sup> Ennek ellenére tagadhatatlan, hogy Bruno olyan mozzanatokat radikalizált kozmológiai elméletében, amelyek éppen Kopernikusznál jelentek meg.

De a természetfilozófiai előzményeken túl Kopernikusz rendszere néhány technikai mozzanatban is előkészítette Bruno kozmológiai újítását. Láttuk, hogy ennek kulcseleme az a csillagok természetére vonatkozó tétel, mely szerint azok a mi napunkhoz hasonló napokként másik naprendszerek középpontjai (vagy esetleg részben másik ilyen rendszerek bolygói), s láthattuk azt is, hogy ez a teoretikus újítás, illetve új fogalmi séma az, amely nyitottá teszi bolygórendszerünket, és a görög atomista kozmológiában még láthatatlannak téte-

<sup>46</sup> „Bruno összekapcsolja a napközéppontúságot és a végtelenséget az általános homogenitásra vonatkozó elvével” – írja Omodeo (2014): 186., jelezve ezáltal, hogy Bruno a napközéppontúság és a végtelenség eszméjét ezen utóbbi, általános elvben szintetizálja.

<sup>47</sup> „Nem *zuhanunk*-e egyre? Éspedig mintegy lefelé, visszafelé, oldalra, minden irányba? Nem vetjük-e vállunkra a végtelen teret, mint valami jeges légből varrt kabátot? És nem veszítettünk-e el minden nehézkedési erőt, mivel számunkra nincs többé se fent, se alant?” Nietzsche, Friedrich: „Töredékek a Zarathustra idejéből.” Ford. Kurdi Imre. *Nagyvilág*, 46. évf. 2001/6, 14/25. töredék. „Stürzen wir nicht fortwährend? Und gleichsam abwärts, rückwärts, seitwärts, nach allen Seiten? Haben wir nicht den unendlichen Raum wie einen Mantel eisiger Luft um uns gelegt? Und alle Schwerkraft verloren, weil es für uns kein Oben, kein Unten mehr gibt?” Nachlass, Herbst 1881. Fragment 14/25. In: Nietzsche (1980): 631.



lezett másik világok helyett a látható csillagokat állítja elénk kozmikus világokként. E brunói revíziónak pedig előfeltétele volt a napközéppontúság kopernikuszi eszméje: mert ha a Nap csak egy Föld körül keringő bolygó, (azaz a mi saját világunk Föld-középpontú), nehéz olyan érvet, gondolattársítást vagy hasonlatot találni, melynek nyomán az állócsillagokra hasonló földközéppontú világok sötét, földszerű középponti világtesteként, vagy akár sötét, földszerű égitestek körül keringő – „bolygó” – napokként tekinthetnénk. De ugyancsak elősegíthette az állócsillagokra vonatkozó ezen elképzelés megszületését a kopernikuszi rendszernek azon – e szempontból esetleges, technikai jellegű – következménye, hogy a megfigyelhető parallaxis hiánya miatt Kopernikusz-nak a korábnál jóval messzebbre kellett helyeznie a csillagszférát.

Összegezve: ha a Koyré-féle folytonosság-hipotézis annak eredeti formájában nehezen is védhető, nem tagadhatjuk azt sem, hogy Bruno a kopernikuszi kozmológiából lépett tovább: Arisztotelésszel szemben Kopernikusz rendszere a Föld státuszát homogenizálja és nivellálja, és a kozmosz közvetlenül antropocentrikus geometriáját megszünteti. A Bruno-féle kozmológia pedig éppen e mozzanatokat erősíti föl. Ugyanígy, Kopernikusz rendszere a napközéppontúság eszméjével és a csillagszféra távolságának jelentős megnövelésével heurisztikus alapot nyújthatott az állócsillagok természetére vonatkozó Bruno-féle elképzelés megfogalmazásához.

Mindezek nyomán Kopernikusz és Bruno között nyilvánvalóan van folytonosság. Csakhogy ez – szemben a Kepler felé mutató fejlődési pályával – nem oly folytonosság, mely Kopernikusz rendszeréből és a rendszer természetfilozófiai-ontológiai háttéréből logikailag-fogalmilag – vagy legalábbis természetes továbblépésként – következett volna. Az a kopernikuszi és kepleri világkép, amely szerint az egyetlen *véges* és *szférikus* világ középponti régiójában a mozdulatlan Nap található, s amelyben a Nap körül körpályákon vagy éppen ellipsziseken szigorú matematikai szabályok szerint keringenek a bolygók, kibékíthetetlenül különbözik Bruno végtelen világegyetemétől. Azok az emberi pozíciót nivelláló és az antropocentrizmust redukáló mozzanatok, amelyeket Kopernikusz-nál jeleztünk, kifejezetten e véges világképen belül jelentek meg, és bár előkészíthették a végtelen sok világot tartalmazó, homogén, végtelen világegyetem ókori eszméjének a föllevenítését, semmiképpen sem jelölték ki, vagy vonták maguk után a továbblépést ebbe az irányba. Nem is beszélve arról, hogy Kopernikusz és Kepler egyáltalában nem törekedett az ember kozmikus

pozíciójának leértékelésére. Céljuk a kozmikus harmónia megelégedése volt, s azok a természetfilozófiai mozzanatok, amelyek Kopernikusz rendszerében Bruno felé mutatnak, rendszerének csak járulékos mozzanatai. Azt a ma „kopernikuszi elv”-nek nevezett tézist, amely szerint az ember térbeli helyzete kozmikus méretekben teljességgel átlagos, helyesebb volna „brunói elv”-nek nevezni, hiszen átlagos bolygóvá tenni a Földet egy geometriailag strukturált, véges és egyedi világban, melynek középpontjában a Nap a világegyetem egyetlenegy napjaként áll: ez alapvetően más, mint e struktúrának magának a szétverése, és addig egyetlennek tekintett világunk lefokozása a végtelen sok világ egyik kozmikus jelentéktelen, esetleges példányává. Abból, hogy lakóhelyünk, a Föld „csak” egy bolygó a többi bolygó között, egyáltalában nem következik még csak tendenciaszerűen sem az a föltevés, hogy végtelen sok nap létezik, és maga a Nap is csak egy jelentéktelen példány e végtelen sokaságban. *A végtelen sok világot tartalmazó végtelen terű világegyetem újkori eszméjének megalkotásához Brunónak a csillagok természetére vonatkozó eredeti, saját intuíciójából adódó állítás mellett a kopernikuszi természetfilozófiától független, hozzá képest külső, tőle idegen elképzelésre, az ókori atomista kozmológiára volt szüksége.* Az állócsillagok természetére, és ebből adódóan a nyitott naprendszerekre vonatkozó természetfilozófiai tétellel, valamint a görög atomista kozmológia „világ”-fogalmának átértelmezésével, de ugyanezen kozmológia absztrakt sémájának (végtelen világegyetem – végtelen sok világ – homogén tér) átvételével Bruno egyrészt továbbvitte – *radikalizálta* – a kopernikuszi rendszer előbbiekben jelzett, a világkép antropocentrikus elemeit gyengítő mozzanatait, másrészt viszont ezzel egyidejűleg *lokálisra redukálta* a kopernikuszi újítás jelentőségét, és *lerombolta Kopernikusz világképét.*

A fentiek miatt a brunói kozmológia mint *a kopernikuszi fordulat radikalizációja* értelmezhető. S ez nem üres játék a szavakkal, hanem azt fejezi ki, hogy egyáltalában nem volt belülről még csak tendenciaszerűen, részlegesen sem determinálva, hogy Kopernikusz rendszere nyomán egy ilyen kozmológia felé mutató fejlődés bontakozzék ki. A Kepler irányába mutató fejlemények a kopernikuszi problematikából és a rá adott kopernikuszi válaszból logikusan következtek, hiszen az új rendszer a ptolemaioszi rendszerhez hasonlóan továbbra is pontatlan előrejelzéseket adott, és ez a rendszer matematikájának vizsgálatára ösztönzött. A kopernikuszi napközéppontúság eszméjének és az atomista kozmológiának sajátos, brunói szintézise viszont Kopernikusz rendszere és természetfilozófiája felől

tekintve *idegen* fejleményként jelenik meg. Valószínű, hogy Bruno nélkül a kopernikuszi fordulat a kopernikuszi zárt világ megőrzésével konszolidálódott volna, hiszen akár Kepler ellipszisei, de még talán Newton általános tömegvonzás-elmélete is jól összeegyeztethetőek egy ilyen véges, zárt, Nap-középpontú világgal. Ami Descartes-ot illeti: bár sehol sem utal az olasz filozófusra, nehéz elképzelni, hogy ne tudott volna róla, és tőle függetlenül jutott volna el a szerkezetében Brunoéhoz hasonló, de az utóbbi lelkes világegyetemével szemben már kérlelhetetlenül mechanikus világegyeteméhez.

### 8. *A Bruno-féle kozmológia és az újkori természettudomány*

Amíg a világegyetem és a benne található naprendszerek végtelensége empirikusan ellenőrizhetetlen ontológiai állítás, addig a világok sokaságának brunói tézise – a hasonló atomista természetfilozófiai tétellel szemben – elvben tesztelhető, tapasztalatilag megfigyelhető, hiszen az itáliai filozófus szerint az állócsillagokban éppen a mi, saját világunkat körbevevő, a kozmikus térben szétszórta elhelyezkedő további világok közelünkbe eső példányait látjuk. Így ha e „másik világok”, azaz az állócsillagok nem szférikusán, hanem térbeli mélységben helyezkednek el, akkor értelmessé válik olyan mérési eljárások és földatok kidolgozása – így az állócsillagok parallaxisának mérésére szolgáló eszközök és eljárások fejlesztése –, melyek segítségével azok távolsága meghatározható, és térbeli mélységben való eloszlásuk ellenőrizhető.<sup>48</sup> Ha az állócsillagok nem „állnak”, hanem mozognak,<sup>49</sup> törekedhetünk mozgásuk föltérképezésére. S ha természetükről és anyagukról azt föltételezzük, hogy a Napéhoz hasonlóak, próbálkozhatunk ennek empirikus alátámasztásával – például olyan távcsövek megalkotásával, amelyekben keresztül láthatóvá válik korongszerű voltuk, vagy éppen körülöttük keringő bolygókat fedezhetünk föl. De mindennek a fordítottja is igaz: *az elfogadott kozmológiai teória befolyásolja azt, hogy milyenek látjuk a világegyetemet*. Például az egyre hatékonyabb távcsövek segítségével föltáruul mind gazdagabb, mind részletdúsabb képekben a szféráhipotézis alapján egy fe-

<sup>48</sup> Galileitől kezdődően – jöllehet nem annyira Bruno mint inkább Kopernikusz által motiváltan – valamennyi magára adó csillagász próbálkozott a csillagok évi parallaxisának meghatározásával. (Vö. Siebert [2005]; illetve Hoskin [1965]; Hermann [1984].)

<sup>49</sup> Lásd ezzel kapcsolatosan a csillagok saját mozgására vonatkozó korábbi jegyzetünket.

lület fölszínének mind gazdagabb és árnyaltabb részletei tárulnak elénk, míg Bruno kozmológiájában e képek a tér mélységeibe történő egyre teljesebb, egyre messzebbre hatoló „belelátás”-ként értelmezhetőek.<sup>50</sup>

Persze az empirikus következményeknek Bruno számára csak másodlagos és korlátozott jelentősége volt. Egyrészt kozmológiáját természetfilozófiai-teológiai elmékedéseire alapozta, és így a világegyetemre vonatkozó állításai az empiriától függetlenül is kategorikus érvényességgel bírtak számára.<sup>51</sup> Másrészt a csillagok parallaxisának kimutatása – nem is beszélve anyaguk elemzéséről, korongszerű megjelenésük vagy a körülöttük keringő bolygók megfigyeléséről – akkor eleve reménytelen vállalkozásnak tűnt volna, és ilyen lehetőségek ezért föl sem merülnek – föl sem merülhettek – nála. (Ezzel együtt Bruno nem volt érzéketlen az empiria iránt, és megpróbál empirikus-kváziempirikus érveket is fölhozni kozmológiája mellett, amelyek elemzése azonban külön tanulmány föladata lehetne.<sup>52</sup>)

Az állócsillagokra, mint a mi naprendszerünkön kívüli naprendszerek középpontjára vonatkozó Bruno-féle elmélet így a kopernikuszi Nap–Föld-helycseréhez hasonlóan paradox jellegű. Olyan empirikus következményekkel járt, amelyek akkor (részben a kozmológiai keret természetfilozófiai jellege, részben e következmények tényleges ellenőrzésének elképzelhetetlensége miatt) akkor érdektelenek voltak, ám amelyek tesztelése pár évtizeddel Bruno halála után – elsősorban az ő idejében még a fantáziában sem létező, és a kozmológia kopernikuszi reformjától teljesen függetlenül, hozzá képest *esetleges, külső fejleményként* megjelenő csillagászati távcső révén – immár a csillagászat (és ezzel az újkori természettudomány) egyik meghatározó kutatási programjává vált.

<sup>50</sup> Azaz a teoretikus kerettől függ a csillagok vizsgálatára alkalmazott optikai lencserendszerek funkciója: az, hogy „mikroszkópként” vagy „teleszkópként” működnek-e. Kepler például úgy gondolta, hogy a Galilei távcsövében látható csillagsokaságot nem azért nem láthatjuk szabad szemmel, mert messzebb vannak a látható csillagoknál, hanem mert túlságosan kicsinyek. Vö. Koyré: i. m.: 75–76.

<sup>51</sup> Csak két jellegzetes érvet idézünk példaképpen Bruno érveinek tucatjai közül: „Valamint jó, hogy ez a világ van, úgy nem kevésbé jó, hogy végtelen sok többi is legyen.” (Bruno [1972]: 147., illetve [1990]: 40.) „Ha a világot a tőlünk kifejtett értelemben végtelennek vesszük föl, akkor megnyugszik elménk, míg az ellenkező fölfogásból mindig számtalan nehézség és képtelenség származik.” (Bruno [1972]: 148., illetve [1990]: 41.)

<sup>52</sup> Ilyen kváziempirikus érv például a korábban idézett gyertyahasonlat. (Vö. Bruno [1972]: 227., illetve [1990]: 140.)

De az előbbinél talán még élesebb paradoxon jelenik meg, ha egyik oldalról a brunói kozmológia empirikus következményeinek, másik oldalról teológiai-teleologikus és animisztikus jellegének viszonyát vizsgáljuk. A filozófus állócsillagokra vonatkozó állításainak nagyobb részét a természettudomány később alá támasztotta. S ha a világegyetem végtelensége nem is, a körülöttünk lévő kozmikus tér homogenitása és mélysége a mai, relativisztikus kozmológia keretében is érvényben maradt. Ugyanakkor legfontosabb érvei spekulatív-természetfilozófiaiak és teológiaiak, gondolatmeneteiben folyamatosan visszatér az égitestek rendeltetésének fogalma és a célokság;<sup>53</sup> mind a világegyetemet mint egészet, mind a konkrét égitesteket lelkes élőlénynek tekinti.<sup>54</sup> Továbbá – mint már utaltunk erre – Cusanust és a görög atomistákat követve földja a pontos matematikai égi mozgások ideáját, és ezzel lerombolja nem csupán a matematikai csillagászat, hanem minden olyan matematikai eszközökkel dolgozó természetkutatás alapjait, amely a matematikát nem pusztá közelítő eszköznek, hanem a természeti törvények egzakt leírására szolgáló „nyelvnek” tekinti. (Megemlítendő ugyanakkor, hogy a természeti jelenségek mai, káoszelméleti reprodukciója a matematikailag pontos természeti törvények eszméjével szemben ontológiailag Bruno elképzeléséhez áll közelebb, amennyiben e törvényeket csupán a természet kaotikus viselkedésű finomstrukturái közelítéseiként kezeli. Ez azonban nem változtat azon, hogy Bruno koncepciója nem csupán ellentétes volt a kibontakozó új természettudomány szemléletével, hanem kifejezetten elzárta az annak irányába mutató fejlődés lehetőségét, hiszen a mai káoszelmülethez is csupán az egzakt, matematikai természeti törvények ideájából kiindulva, azokra alapozva juthatott el a tudomány.)

<sup>53</sup> „Hogy Bruno világmagyarázata [...] homlokegyenest ellenkezik a modern természettudományos fölfogással, az első tekintetre nyilvánvaló. Amaz teleologikus, ez teleológiaiellenes. Amaz a célszerűen működő világlélekkel magyaráz minden mozgást, még a mechanikusakat is; emez a mechanikus mozgásra vezet vissza minden természeti jelenséget, még a célszerűt is. Amaz a finalitás kategóriájával szorítja egységbe a világ minden történését, az a causalitásával.” Szemere (1917): 219–220.

<sup>54</sup> Vö. pl. Bruno (1972): 216–217., illetve (1990): 126–127.



Kopernikusz nevezetes ábrája a *De revolutionibus* I. könyvéből, mely leegyszerűsítve – az epiciklusokat és az excentereket mellőzve – ábrázolja rendszerének fölépítését.

Az a fölvilágosodás során megszülető, majd a XIX. században uralkodóvá váló kép, mely szerint Giordano Bruno az új természettudomány első mártírja lett volna, tehát nem csupán az ellene fölhozott vádakról fönmaradt iratok alapján,<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Bruno római perének anyagából a nagyobb rész megsemmisült, de a fönmarad jegyzetektől és különösképpen velencei kihallgatásának jegyzőkönyvéből így is kiderül, hogy bár a világok

hanem filozófiájának tartalma miatt is erősen vitatható. Ha Gattinak egyik oldalról igaza van abban, hogy Yates túloz, amikor Brunót reneszánsz mágusként állítja elénk, és a Nap-középpontú rendszert leegyszerűsítve ábrázoló nevezetes kopernikuszi rajzolatra gondolva azt állítja, hogy Bruno

„a kopernikuszi ábrát az isteni misztérium hieroglifájaként értelmezve, Kopernikusz tudományos művét egy tudományt megelőző stádiumba, a hermetizmusba taszítja vissza”,<sup>56</sup>

akkor másik oldalról a Galilei, Kepler és Newton nevével jelzett fejlődési pályán kibontakozó, matematizáló-kalkulatív újkori természettudomány szempontjából *nem teljesen alaptalan* ez az ítélet.

Ám ennek ellenére ugyanúgy, amiképpen egyoldalú az a nézet, mely szerint Bruno az újkori természettudomány forradalmára lett volna, szintén egyoldalú ez az ezzel ellentétes vélemény is, mely Brunóban misztikus gondolkodót lát. Nem is beszélve arról, hogy e két, egymással ellentétes megközelítés közös elképzelésen alapul: mindkettő azt föltételezi, hogy a tudományos fejlődés monolit, a tudomány határozott, egyirányú lépésekkel halad előre. Valójában azonban e fejlődést a gondolkodástörténeti tendenciák, a fogalmi sémák és számos más tényező bonyolult szövevénye – Zemplén Gábor jelen kötetben szereplő tanulmányának találó kifejezésével „heterogenitása” – jellemzi. Így annak ellenére, hogy Bruno nem ahhoz a természetfilozófiai tradícióhoz tartozott, amely meghatározó volt az újkori természettudomány kialakulásában, kozmológiájának most vizsgált elemeivel alapvetően hozzájárult a modern természettudományos világkép kibontakozásához, és ezen belül konkrétan annak egyik meghatározó eleme, a csillagászat fejlődéséhez. Mert ne tévesszen meg senkit sem az, hogy ezek a Brunónál megjelenő kozmológiai állítások Descartes-nál és Newtonnál már evidensként szerepelnek, vagy az, hogy a végtelen világegyetem eszméje elsősor-

---

végtelen sokaságának – egyáltalában nem kopernikánus – tanítása a vádak között újra és újra megjelenik, sem ez, sem Bruno kopernikanizmusa nem szerepelt az ellene fölhozott fő vádpontok között. Vö. *Bruno – inkvizíció*. (1952); Firpo (1993); Gatti (2011): 209–224.; Blumenberg (1985): 435–440.; Shackelford (2009); Rowland (2008). (Ha a kopernikanizmus hangsúlyos vádpont lett volna, akkor Kopernikusz tanítását már ekkor betiltották volna, és így a Galilei kapcsán kibontakozott vitára már eleve nem nyílhatott volna lehetőség.)

<sup>56</sup> Yates (1964): 155.; illetve Gatti (2004): 33.

ban a kartézianus filozófiával terjedt el Európában: ezek a gondolatok Brunótól eredtek, és nem találni olyan gondolkodót, akinél bizonyíthatóan úgy lennének jelen, hogy az illető ne ismerte volna az itáliai filozófus kozmológiai nézeteit.

Mindez persze nem jelenti azt, hogy az állócsillagok napokként történő azonosítása előbb vagy utóbb ne következett volna be a brunói kozmológia nélkül is: a távcsöves vizsgálódások elterjedése és az a tény, hogy az egyre hatékonyabb távcsövekkel egyre több csillag vált láthatóvá, majd végül a csillagok éves paralaxisának sikeres mérése előbb vagy utóbb tarthatatlanná tette volna a csillagszféra eszméjét, és elvezetett volna a csillagok és a Nap természetének azonosításához. De amiképpen ezt már korábban hangsúlyoztuk, Kopernikusz rendszeréből egy ilyen belátás egyáltalában nem következett: idegen volt attól a világréptől, amelynek keretében Kopernikusz dolgozott.

### 9. *Bruno világegyeteme és az újkori racionalizmus mint ideológia*

Bruno kozmológiája nem csupán a most jelzett empirikus konzekvenciái révén játszott szerepet az újkori gondolkodásban: az általa fölvázolt új világegyetemkép részben panteisztikus-animista,<sup>57</sup> részben teológiai jellege ellenére egyúttal az újkori racionalizmus és természettudomány kozmológiai keretét is szolgált.

Ez alapvetően azzal függött össze, hogy kozmológiájában a világegyetem térbeli szerkezete semleges és indifferens az általa tartalmazott létezők relációjában: nincsenek benne tervszerű elrendezésre utaló, magyarázatot igénylő pontok vagy régiók. Nem véletlen ezért, hogy Descartes kozmológiája valójában nem más, mint a Bruno-féle kozmológia mechanizált változata, mint amiképpen az sem, hogy a Bruno-féle kozmosz struktúrájának e sajátos, a helyek tekintetében indifferens, homogén jellege és a mechanikus világkép közötti szoros fogalmi kapcsolat még Descartes-nál is karakterisztikusabban jelenik meg később a francia fölvilágosodás materialista kulcsfigurájánál, Holbachnál, majd a magát dialektikus materialistának nevező XIX. századi Engelsnél.

<sup>57</sup> Bruno nézete a világlélek és a világegyetem viszonyáról életpályája során változott, és panteizmusát egyes értelmezői vitatták. Szemere Samu elemzése szerint korai műveiben valóban nem volt még panteista, mivel a világléleket a természet fölé rendelte, de később – így pl. már *Az okról, az elvről és az egyről* című munkájában is – a világléleket a lelkesnek tekintett természet lelkével azonosította, és ennyiben a panteizmust képviselte. Vö. Szemere (1917): 229–233.



Közelebről tekintve mindez öt tényezőre vezethető vissza.

i) Ezek közül az első a most említett semleges, indifferens térszerkezet: Bruno világegyetemében sem az ember, sem más létező szempontjából nincs kitüntetett pont vagy régió, illetve általában olyan, az átlagostól eltérő tértartomány, struktúra vagy határ, amely sajátosságai miatt egyedi magyarázatot igényelne. Azaz – legalábbis térbeli szerkezetében – e világegyetem *közömbös* az általa tartalmazott létezők iránt, s mint ilyen, tulajdonképpen a hagyományos értelemben véve nem is tekinthető „kozmosz”-nak: Koyré Bruno kapcsán kifejezetten a kozmosz „lerombolás”-áról beszél.<sup>58</sup>

ii) Továbbá annak következtében, hogy e világegyetem tere végtelen, valamint benne saját világunk a végtelen sok lakott világnak csupán egyik példánya (aminek következtében az emberiség maga is csupán egyik esete az értelmes élőlények végtelen sok közösségének), ez a kozmológia az *embert kozmikusan jelentéktelenné teszi*. Egyik oldalról a kozmosznak (illetve általában a természetnek) az ember iránti közömbössége, másik oldalról magának az embernek kozmikus jelentéktelensége pedig az újkori gondolkodás talán leginkább meghatározó eszméje, és egyben a modern ember alapvető élménye,<sup>59</sup> mely különösen kifejezően jelenik meg két olyan jellegzetesen újkori gondolkodónál, mint Spinoza vagy a már említett Holbach. Mert bármennyire is különbözik a Bruno és Spinoza által képviselt panteizmus a későbbi materializmustól, ez az indifferencia és jelentéktelenség mindkettőben jelen van.

iii) A most említett mozzanatok persze a görög atomista kozmológiát is jellemzik: az ember ebben is ugyanúgy kozmikus jelentéktelen, mint Brunónál, és a vakon, cél nélkül kavargó atomok végtelenbe nyúló sokasága itt is ugyanúgy közömbös az ember iránt, mint a brunói elképzelések mechanizálásával kialakult újkori kozmosz. Csakhogy – s ez a *harmadik* tényező – Bruno kozmológiája egy olyan korban fogalmazódott meg, amikor a tudományos gondolkodásban fölerősödött az empirikus orientáció, s ezért a homogén világegyetem Bruno-féle változata a naprendszer empirikus nyitottsága miatt kielégítőbb keretet nyújtott a dezantropomorf világfölfogás számára, mint az eredeti, hasonlóan anti-antropocentrikus és homogén, de tisztán spekulatív görög atomista világegyetem.

<sup>58</sup> Koyré (1957): 43.

<sup>59</sup> Lásd korábbi jegyzetünk Nietzsche-idézetét, illetve v. ö. még: Munkácsy (1978).

iv) *Negyedik* tényezőként a Bruno-féle végtelen kozmosz eszméjének térnyelésében szerepet játszott az is, hogy szemben az arisztotelészi zárt kozmossszal, Bruno nyitott, végtelen tere összhangban volt a térrel kapcsolatos elemi intuíciónkkal. Arisztotelésznél az állócsillagok szférája olyan határ, amely nemcsak a fizikai létezők régióját, hanem magát a teret is lezárja, és amelyen kívül semmi – még az üres, kitöltetlen tér sem – létezik. Mivel szemléletünkben egy térbeli határt csak úgy tudunk megjeleníteni, hogy az két térbeli tartományt választ el egymástól, azaz hogy annak mindkét oldalán tér található (függetlenül attól, hogy ez az utóbbi üres-e vagy sem), a határ ezen arisztotelészi fogalma elkerülhetetlenül ellentmond a térrel kapcsolatos szemléletes képzeleteinknek. Nem véletlen ezért, hogy azt már az atomista Lucretius kritika tárgyává tette,<sup>60</sup> és Brunónál is az egyik legerősebb érv a világegyetem térbeli végtelensége mellett.<sup>61</sup>

v) Persze az arisztotelészi világ e sajátossága úgy is megszüntethető, ha a véges, zárt világot mint a világegyetem egyetlenegy világát a végtelen, nyitott, üres kozmikus térben helyezzük el, mint amiképpen ez tipikusan a sztoikusoknál szerepel, de már Platón Timaioszában is megjelenik. Csakhogy – mint láttuk – Bruno e végtelen teret mindenütt égítetekkel tölti ki. S itt jelenik meg az az *ötödik* tényező, melynek következtében elképzelése népszerűvé vált az újkori természettudományos gondolkodás és racionalizmus képviselői között. Annak következtében ugyanis, hogy a végtelen nyitott tér fogalma – Arisztotelész zárt terével szemben – összhangban van térszemléletünkkel, és az üres tér képzelete sem okoz szemléleti problémát, a végtelen és üres tér föltételezése annyiban nem spekulatív, hogy mint minimális szemléleti tér, természetesen adódik számunkra. Ugyanezen tér végtelen anyagi kitöltöttsége viszont már ezen eredendő szemlé-

<sup>60</sup> Vö. Lucretius (1978): Első könyv, 945–998. sor (40–41.). Ezen belül az ismert dárdaérv: 972–987. sor.

<sup>61</sup> Pl. Filoteo: [...] S ha azzal akarsz védekezni, hogy azt mondd, ahol nincs semmi, ott sem tér, sem kívül, sem túl nincsen: [...] ezek csak szavak meg kifogások [...] Mert teljességgel lehetetlen bármily érzék vagy képzelet alapján [...] komolyan elgondolni, hogy lehetnek felületek, szélek, határok, amelyekén túl ne volna vagy test, vagy űr, még ha az istenség maga is volna ott.” (Bruno [1972]: 168–169., illetve [1990]: 65.)

„Elpino: [...] az az állítás, mely szerint [...] a világegyetem határtalan, nem rejt magában semmi képtelenséget, emellett megszabadít bennünket számtalan zavartól, amelybe ezen ellentétes állítás sodort.” (Bruno [1972]: 175., illetve [1990]: 73.) „[...] az az állítás, hogy a világegyetem valahol van, miután előbb azt mondtuk, hogy rajta kívül semmi sincs, s hogy részeiben van, éppolyan ízetlen, mintha valaki az felelné, hogy Elpino valahol van, mert keze a karján, szeme az arcán, lába a lába szárán, feje a törzsén van.” (Bruno [1972]: 176., illetve [1990]: 74–75.)

leti tér kiegészítését jelenti, és ezért további érveket kíván. Ha pedig az állócsillagokban Brunót követve a naprendszerünkben találhatóhoz hasonló égitestek térbeli mélységben elhelyezkedő sokaságát látjuk, akkor szűkebb kozmikus környezetünket olyan objektumokkal teleszórt homogén mezőként kapjuk meg, amit azután kézenfekvő extrapolálni az intuitív módon végtelenként megjelenő kozmikus térbe. Ennek nyomán pedig az intuitív térképzetünknek megfelelően végtelen kozmikus tér végtelen kitöltöttsége mintegy *kváziempirikus* tétellé válik. Nem véletlen ezért, hogy Bruno után az arisztotelészi értelemben vett zárt világ eszméje már nem tér vissza a kozmológiai gondolkodásban.

### *10. Az állócsillagokra vonatkozó brunói állítások természettudományos megerősítése*

Bruno állítása a világegyetem végtelenségéről és a világok megszámlálhatatlan sokaságáról ugyan szenvedélyes vitákat váltott ki,<sup>62</sup> de ennek ellenére Descartes által mechanizált változatában viszonylag hamar elfogadottá vált,<sup>63</sup> s ez különösen igaz az állócsillagok természetére, valamint az elhelyezkedésük térbeli mélységére vonatkozó állításokra: mire ezek empirikus oldalról megerősítést kaptak, már senki sem kételkedett komolyan helyességükben.<sup>64</sup> S ez annak ellenére így volt, hogy ezen megerősítésre viszonylag sokat kellett várni. Így az első jelentős esemény e tekintetben csak 1718-ban – tehát Bruno halálát követően több mint száz évvel – történt, amikor Halley kimutatta az „álló”-csillagok saját mozgását.<sup>65</sup> A csillagok távolságának mérése azonban még váratott magára: csak több mint egy évszázaddal később, sok-sok eredménytelen kísérlet<sup>66</sup> után sikerült, míg a természetükre vonatkozó hipotézis – a pozitivista August Comte nevezetes

<sup>62</sup> Vö. pl. Rossi (1975).

<sup>63</sup> Fontenelle 1686-ban kiadott nagy hatású népszerű műve – eltekintve a napok kialakására vonatkozó nézettől, mely ellentétben áll azok Descartes által sugallt örökkévaló voltával – már kifejezetten ezt a kozmológiát hirdeti. Ugyancsak lásd még Rossi (1975); Dick (1982).

<sup>64</sup> Vö. pl. Dick (1982); Rossi (1975).

<sup>65</sup> Vö. Fernie (1975); Clerke (1889): 12–13.

<sup>66</sup> A csillagok éves parallaxisának meghatározásával már maga Galilei és kortársai is kísérleteztek. Vö. Siebert (2005); illetve Hoskin (1965). A sikeres parallaxismérés technikai előfeltétele a csillagászati szögmérőeszközök pontosságának növekedése volt, amelyről pl. Chapman 1983-as tanulmányában, illetve Bennett 1987-es könyvében olvashatunk részletesebben.

szkeptikus állításával szemben – csak 1860-tól, a színképelemzés Bunsen és Kirchhoff általi teoretikus megalapozását követően<sup>67</sup> nyert fokozatosan empirikus alátámasztást a csillagok fényének elemzésével.

Ami a csillagok évi parallaxisát illeti, az első valóban sikeres ilyen méréseket *Henderson*, *Struve* majd őket követően *Bessell* végezte el, de csak az utóbbi volt képes egyértelműen meggyőzni a tudományos közösséget arról, hogy a sok sikertelen próbálkozás után immár valóban hiteles parallaxismérésről van szó. Így annak ellenére ő kapta meg 1841-ben a Royal Astronomical Society aranyérmét, hogy később kiderült, már *Henderson* és *Struve* mérései is helyesek voltak.<sup>68</sup> (Azt, hogy a hármuk közötti prioritáskérdés értelmetlen, jelzi az is, hogy *Bessell* sok fáradságos, de sikertelen próbálkozás után fölhagyott már a csillagok parallaxisának keresésével, és *Struve* újabb vizsgálódásaitól ösztönözve – ráadásul *Struve* módszerével – jutott az elismerést hozó eredményre, míg *Henderson* mindkettőjüket megelőzte.<sup>69</sup>)

A csillagok színképeinek vizsgálata Fraunhofer, Bunsen és Kirchhoff munkássága és eredményei alapján bontakozott ki.<sup>70</sup> Az e terület felé forduló első kutatók közül a három legsikeresebb talán *Huggins*, *Secchi* és *Vogel* volt, de az utóbbit elsősorban a csillagok radiális sebessége érdekelte (amelyet a Doppler-effektusnak köszönhetően a csillagok színképeinek vöröseltolódásával lehet megállapítani), míg a csillagok összetételére irányuló vizsgálódásban elsősorban a Vatikáni Csillagvizsgálót vezető, jezsuita *Angelo Secchi* és az amatőr *William Huggins* jeleskedett,<sup>71</sup> hogy azután az előbbi szisztematikus tudományos alapokra helyezze e kutatást, és ennek nyomán osztályozza a csillagok színképét.<sup>72</sup> A XIX. században ennek ellenére csak kevés csillag színképét sikerült meghatározni: az erre irányuló vizsgálódások csupán az asztrofotográfia elterjedésével kaptak újabb impulzust. Ám már a gyér XIX. század végi adatok is elegendőek voltak ahhoz, hogy *Auguste Comte*-ot megcáfolva alátámasszák azt, amiben akkor már a csillagászok több évszázada nem kételkedtek: a csillagok anyagi összetételüket tekintve valóban ha-

<sup>67</sup> Vö. pl. *Hermann* (1984): 90–92.

<sup>68</sup> Pl. *Fernie* (1975).; *Newcomb* – *Engelmann* (1911): 193–205.

<sup>69</sup> Vö. *Fernie* (1975): 231–238.

<sup>70</sup> Vö. *Hearnshaw* (1996): 17–32., uő (2010); *Stanley* (2010); *Newcomb* – *Engelmann* (1911): 512–526.; illetve *Hermann* (1981): 130–137., uő (1984): 88–99.

<sup>71</sup> Vö. pl. *Becker* (2010); illetve *Benett* (1987).

<sup>72</sup> Vö. *Hermann* (1984): 99–101.; *Hearnshaw* (1996): 31–40.

sonló természetűek, mint a földi létezők és a Nap. Később kiderült, hogy ez igaz a csillagködökre is:<sup>73</sup> a világegyetem materiális homogenitásának brunói eszméje az empiria oldaláról is megerősítést nyert. Mikorra azonban ezek a sikerek – a csillagászat történetének nagy diadalai – megszülettek, már evidenciának számított, hogy a csillagok nem szférán, hanem térben helyezkednek el, és természetüket tekintve a Naphoz hasonlatosak.

A Bruno kozmológiája által definiált kutatási program azonban még ma is folytatódik: éppen ma lehetünk tanúi benne egy újabb – s talán az utolsó – jelentős áttörésnek. Három évtizeddel ezelőtt ugyanis még semmi információnk nem volt arról, hogy más csillagok körül valóban keringenek-e bolygók. A múlt század kilencvenes éveitől kezdődően viszont a csillagászok egyre több ilyen extraszoláris bolygót fedeztek föl: jelenleg körülbelül kétezer-ötszáz naprendszer-ről, ezekben körülbelül háromezer-ötszáz bolygóról tudunk.<sup>74</sup>

Látnunk kell ugyanakkor azt is, hogy a világok sokaságára vonatkozó eredeti brunói elképzelés még mindig nem nyert tudományos alátámasztást a maga teljességében: az itáliai filozófus világfogalmának meghatározó jegye ugyanis e világok lakott volta. S e tekintetben nem az a probléma, hogy az égitesteken lakó lényekre vonatkozó, három évszázadon keresztül oly népszerű elképzelés az eredeti formájában biztosan hamis, hiszen a naprendszer bolygóin mindeddig nem találtunk életet, és a forró csillagok sem alkalmasak annak hordozására. Az igazi kérdés valójában az, hogy a Nap-rendszeren kívüli kozmoszban létezik-e értelmes élet, és az erre adott válasz még ma is ugyanúgy hit, világnézet és fantázia kérdése, mint Bruno idejében volt.

## 11. A „világok” örökkévalóságának ideája Giordano Brunónál, René Descartes-nál és a mai kozmológiában

Már utaltunk arra, hogy a görög atomisták örvényvilágai időleges képződmények.<sup>75</sup> Ugyanők ugyanakkor a világegyetemet olyan örökkévaló létezőnek tekin-

<sup>73</sup> Pl. Hearnshaw (2010).

<sup>74</sup> Vö. <http://exoplanet.eu/catalog/>

<sup>75</sup> Lásd a *De rerum natura* megfelelő részeit: Második könyv: 1115–1170., illetve Ötödik könyv: 280–369. (Lucretius [1977]: 74–76., illetve 149–152.) illetve még Démokritosz: A 37., A,84. (Steiger [1992]: 104–105 és 111.)

tették, amely minden időpontban keletkező, virágzó és elmúló világok végtelen sokaságát tartalmazza, azaz amely nemcsak térben, hanem időbeli dinamikájában is egynemű, „homogén”.<sup>76</sup> Bruno kozmológiáját tárgyalva nem foglalkoztunk annak időbeli dimenziójával, hiszen e kozmológia újdonságát a tér és a világok számának végtelensége, valamint ezen utóbbiak nyitottsága képezte. Ezzel együtt befejezőképpen érdemes röviden kitérni arra, hogy Bruno és az őt követő kor-szak gondolkodói miképpen képzelték el az egyedi világok sorsát.

A világegyetem végtelenségéről szóló párbeszédében az itáliai filozófus az egyes világokat olyan elvileg mulandó létezőkként írja le, melyek mégis örökkévalóak:

„Fracastoro: Minthogy tehát nincs rész, amely, elhagyván a nagy testet, ebbe újra vissza ne térne, azért minden világtest, noha bomlásnak van alávetve, örökkévaló: ámbár az ilyen örökkévalóság szükségszerűsége, ha nem tévedek, bizonyára a külső fenntartótól és gondviselőtől származik, nem pedig saját, belső képességből.”<sup>77</sup>

„Filoteo: Mert igazság szerint a világtestek mulandók; de lehetséges, hogy akár belső, akár külső erők következtében mégis örökké ugyanazok maradnak, mert az atomoknak olyan és akkora a beáramlásuk, mint amilyen és amekkora a kiáramlásuk; így aztán szám szerint mindig ugyanazok maradnak.”<sup>78</sup>

Mit látjuk, Bruno nem teljesen következetes: az első idézetben arról ír, hogy az eltávozó részecskék visszatérnek a világtestbe, és az örökkévalóságot nem belső képességnek, hanem a gondviselőnek tulajdonítja; a másodikban viszont nem visszatérésről beszél, hanem az atomok ki- és beáramlása között tételez föl kozmikus egyensúlyt, és megengedi azt, hogy a világtestek örökkévaló volta belső erők következménye legyen. Egy késői művében viszont elveti a világtestek örökkévalóságát, és – miközben a világegyetemet mint egészet továbbra is ilyen-

<sup>76</sup> Vö. pl. Démokritosz: A 39. és a 40. (Steiger [1992]:105–106.)

<sup>77</sup> Bruno (1972): 242., illetve uő (1990): 159. (Harmadik párbeszéd, Burchio és Fracastoro vitája.)

<sup>78</sup> Uo. 251–252., illetve 168.

nek tekinti – az atomisták elképzelését követve a világok keletkezéséről és fölbomlásáról értekeznek.<sup>79</sup>

E kérdéskörben a Brunót követő korszak leginkább figyelemre méltó elmélete Descartes-tól származik. A francia filozófus hipotetikus kozmogóniájában egy tisztán mechanikus folyamatot ír le, melyben a teremtett anyag és mozgásmennyiség – valamint a Teremtő által hozzájuk rendelt természeti törvények – együttesen, minden külső beavatkozás nélkül alakítják ki a mai világállapotot.<sup>80</sup> Leírása szerint az eredetileg differenciálatlan, struktúrákat nem tartalmazó kozmikus állapotból fokozatosan örvények keletkeznek, amelyeket – tisztán a geometriai konfiguráció alapján – két alaptípusra oszt föl. Ezek közül az egyikben az örvény magjában eredetileg ott összesűrűsödött, a tűznek és a fénynek megfelelő apró részecsketípus fokozatosan körbezáródik a felületén főlhalmozódó tömör anyagdarabokkal, és így a mag maga sötétté válik: ilyen elsötétült örvénymagok az üstökösök, a bolygók és a holdak.<sup>81</sup> A másik típusnál azonban nem lép föl ez az elsötétülés: ezek megmaradnak sugárzó középpontokként, azaz csillagokként, melyek esetében a belőlük kiáramló fény- és tűzrészecskéket pótolják a más csillagokból ide érkező hasonló részecskék.<sup>82</sup> E csillagok ezért Descartes-nál kialakulásuk után örökkévalóan megmaradnak, mégpedig a Brunótól másodikként idézett szövegrészben föltételezethez hasonló kozmikus egyensúly eredményeképpen (amely egyensúly persze a francia filozófusnál már nem a gondviselésnek, hanem pusztán mechanikus okoknak köszönhető).

E kartéziánus koncepciónak oly nagy hatása volt, hogy azt még a XVIII. század utolsó harmadában a nagy természettudósnál, Buffonnál is megtaláljuk.<sup>83</sup> Ugyanakkor a kartéziánus Fontenelle *Beszélgetések a világok sokaságáról* című, széles körben olvasott könyvében (egyések szerint az első modern tudomány népszerűsítő műben) már a Nap és a csillagok szükségszerű kialakulásának gondolatával találkozunk.<sup>84</sup> Az, hogy honnan eredt ez a gondolat, illetve hogy az Fontenelle saját elképzelése volt-e, külön kutatás tárgya lehetne. A *Beszélgetésekben* min-

<sup>79</sup> A „*De immenso et innumerabilibus, seu de universo et mundis*” című 1591-es művéről van szó. Vö. Szemere (1917): 289–290.

<sup>80</sup> Descartes (1905): Pars Tertia.

<sup>81</sup> Uo. Pars Tertia CXV-CLVII, különösen CXVIII-CXIX és CXLIX (oldalszámok: 163–202., különösen 166–168. és 197.)

<sup>82</sup> Uo. Pars Tertia XXII, LIV, LXIX–LXXI, LXXVIII. (87., 107–108., 119–125., 133.)

<sup>83</sup> Buffon (1792): 330.

<sup>84</sup> Fontenelle (1779): 132–133.

denesetre evidensként szerepel, és a szerző nem tér ki arra, hogy e ponton gyökeresen eltér filozófus mesterétől, Descartes-tól.

Ha Fontenelle-t követve, és a mai tudománnyal összhangban elfogadjuk, hogy a csillagok előbb vagy utóbb kihunynak, akkor két lehetőségünk marad:

- i) kihűlt anyagukból valamilyen módon újabb csillagok keletkeznek, vagy
- ii) a világegyetem előbb-utóbb elsötétül, és örökre így marad.

Mivel ez az utóbbi elképzelés nehezen volt összeegyeztethető a fölvilágosodás deista és ateista tendenciájával, illetve a korszak optimizmusával (amelynek hatása alól még a keresztény természettudósok sem tudták kivonni magukat), mind Fontenelle, mind a csillagok kialakulásának gondolatát később szintén markánsan megfogalmazó Kant a második lehetőséget, az új csillagok születését választotta.<sup>85</sup> Ám a termodinamika kifejlődésével a XIX. század második felében tudományosan egyre inkább kizárta vált egy ilyen újraéledési folyamat lehetősége, s ezt a termodinamika második fő tétele kifejezetten ki is mondta. Utolsóként egy chicagói csillagász, William MacMillan próbálta meg a sugárzó csillagokkal teli, időtlen kozmosz elképzelését tudományosan helyreállítani: egy olyan hipotetikus folyamatot vezetett be, amely kozmikus méretekben a termodinamika második fő tétele ellen hat, és amelynek révén a holt csillagok anyaga és az általuk korábban kisugárzott hő mégiscsak új, születő csillagokban hasznosulhat.<sup>86</sup> A modern relativisztikus kozmológia azonban okafogyottá tette ezt a problémát: a mai hipotézisek kozmikus régióknak (s ha az a világegyetem egészére reprezentatív, az egész világegyetem) jövőjére két lehetséges forgatókönyvet vázol föl. Az egyik szerint régióknak (illetve maga a világegyetem) határok nélkül, folyamatosan tágulni fog, aminek következtében a kozmikus horizontunkon belüli tartomány elkerülhetetlenül elsötétül, anyagsűrűsége a nullához fog tartani, és eljut majd egy olyan állapotba, amikor új csillagok többé már nem keletkezhetnek benne. A másik szerint e tartomány ezermillió évek múltán újra össze fog húzódni, mindent beolvaszt egy forró, nagy sűrűségű masszába, hogy azután szerencsés esetben abból – ha újból tágulni kezd – egy újabb, szintén csillagokkal teli kozmikus állapot fejlődjék ki.

A kiegyensúlyozott, egészként tekintve mindig önmagához hasonló – azaz időben is homogén –, csupán a helyi rendszereiben változó kozmosz eszméje te-

<sup>85</sup> Fontenelle (1979): 135. Kant (1755): 118–125., 135–136., Bianchi (2013), különösen: 21–22., 29–30.

<sup>86</sup> MacMillan (1918).



hát idegen a mai tudomány meghatározó tendenciáitól. Ennek pedig komoly filozófiai jelentősége van: amíg ugyanis a Bruno-féle kozmológia számos állítása annak ellenére is összhangban van mai ismereteinkkel, hogy eredetileg spekulatív természetfilozófiaként fogalmazódott meg, ezt a Brunónál is jelen lévő, és az újkori eszmetörténetben alapvető szerepet játszó, a világegyetem csillagokkal teli állapotát örökkévalónak tekintő elképzelést – az ilyenkor gyakran jelen lévő, az általánosan elfogadott tudományos nézetekhez képest periférikus alternatív hipotézisektől eltekintve – a XX. századi tudomány elvetette.

### *Irodalom*

- Arisztotelész (1992/1936): *Metafizika*. Ford. Halassy Nagy József. Budapest, Hatágú síp. (Első kiadás 1936.)
- Becker, Barbara J. (2010): „From dilettante to serious amateur: William Huggins’s move into the inner circle”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 13, 112–120.
- Bennett, J. A. (1987): *The Devided Circle: a History of Instruments for Astronomy and Navigation*. Oxford, Phaidon.
- Bianchi, Silvia de (2013): „The Evolution of the Sphere: Kant’s Conception of the Matter and the Expanding Universe.” In: Bianchi, Silvia de (szerk): *The Harmony of Sphere*. Cambridge Scholars Publishing: 17–45.
- Bilinski, B. (1977): *Il pitagorismo di Niccolo Copernico*. Wroclaw [stb.], Accademia Polacca delle Scienze.
- Blumenberg, Hans (1985): *Die Genesis der koperkanischen Welt*. Frankfurt am Main, Suhrkamp.
- Brian, Copenhaver P. (1980): „Natural magic, hermetism and occultism in Early Modern Science.” In: *Reappraisal of Scientific recolution*. Szerk. David C. Lindberg – Robert S. Westman. Cambridge, stb., Cambridge University Press. 261–300.
- Bruno, Giordano (1952): „Hamvazószerdai lakoma.” In: *Giordano Bruno válogatott dialógusai*. Szerk. Szauder József. Ford. Fogarasi Miklós, Lotay-Kastner Jenő és Szemere Samu. Budapest, Hungaria. 37–94.
- Bruno, Giordano (1972): „A végtelenről, a világegyetemről és a világokról.” In: *G. Bruno: Két párbeszéd*. Bpudapest, Magyar Helikon.

- Bruno, Giordano (1990): *A végtelenről, a világegyetemről és a világokról*. Bukarest, Kriterion Könyvkiadó.
- Bruno – inkvizíció (1952): *Bruno és az inkvizíció: A velencei inkvizíció jegyzőkönyvei*. Budapest, Szikra.
- Buffon (1792): *Buffon's Natural History. (From the French in Ten Volumes.) Vol. X*. London, J. S. Barr.
- Casini, Paolo (1974): „Copernicus, Philolaus and the Pythagoreans”, *Memorie della Società Astronomica Italiana* 65. (1974)/2. 497–508.
- Chapman, Allan (1983): „The Accuracy of Angular Measuring Instruments Used in Astronomy Between 1500 and 1850”, *Journal for the History of Astronomy* XIV.
- Ciliberto, M – Mann, N. (szerk.) (1997): *Giordano Bruno 1583–1585: The English experience/L'esperienza inglese*. Firenze, Olschki.
- Copernici, Nicolai (1543): *De revolutionibus orbium coelestium*. Libri VI. Norimbergae, Apud Ioh. Petreium.
- Copernicus, Nicholas (1972): *Complete Works I. The Manuscript of Nicolas Copernicus' „On The Revolutions” Facsimile*. Szerk. Pavel Czartoryski. London – Warsaw – Cracow, Polish Academy of Science, Macmillan.
- Copernici, Nicolai (1973): *Omnia Opera I. „De revolutionibus” Codicis Propria Auctoris Manu Scripti Imago Phototypa*. (Vol. edendi tutelam gessit Paulus Czartoryski; prolegomenis instruxit Georgius Zathej; praef. et prolegomena in ling. latinam verterunt Iulius Domański et al.) Academia Scientiarum Polona. Academia Scientiarum Polona, Varsaviae – Cracoviae, Officina Publica Libris Scientificis Edendis. (<http://kpbc.ukw.edu.pl/dlibra/plain-content?id=40046>)
- Copernicus, Nicholas (1978): *Complete Works. Vol. II. De revolutionibus. (On the Revolutions.)* Szerk. J. Dobrzycki. Ford. E. Rosen. Warsaw – Cracow, Polish Scientific Publisher.
- Descartes, René (1905): *Ouvres de Descartes (publées par Charles Adam & Paul Tannery) Tome VIII. Principia Philosophiae*. Paris, Léopold Cerf.
- Dick, Steven J. (1982): *Plurality of Worlds: The Origins of the Extraterrestrial Life Debate from Democritus to Kant*. Cambridge – New York – Melbourne, Cambridge University Press.
- Fernie, J. D. (1975): „The Historical Search for Stellar Parallaxes”, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*. Vol 69. (1975) No. 5. 222–239.

- Firpo, Luis (1993): *Il processo di Giordano Bruno*. Salerno.
- Fontenelle (1979) (1686): *Beszélgetések a világok sokaságáról*. Budapest, Magyar Helikon.
- Furley, David J. (1981): „The Greek Theory of the Infinite Universe”, *Journal of the History of Ideas* Vol. 42, No. 4 (Oct. - Dec., 1981) 571–585.
- Furley, David J. (1987): *Greek Cosmologists. Part One: The Formation of the Atomic Theory and its Earliest Critics*. Cambridge – London sbb., Cambridge University Press.
- Gatti, Hilary (1999): *Giordano Bruno and the Renaissance Science: Broken Lives and Organisational Power*. Ithaca – London, Cornell University Press.
- Gatti, Hilary (2004): „Giordano Bruno’s Copernican Diagrams”, *Filozofski vestnik Volume/Letnik XXV* (2004) Number/Številka 2. 25–50.
- Gatti, Hilary (2011): *Essays on Giordano Bruno*. Princeton – Oxford, Princeton University Press.
- Goddu, André (2010): *Copernicus and the Aristotelian Tradition: Education, Reading, and Philosophy in Copernicus’ Path to Heliocentrism*. Leiden – Boston, Brill.
- Goldstein, Bernard R. – Barker, Peter (1995): „Role of Rothmann in the Dissolution of the Celestial Spheres”, *The British Journal for the History of Science* Vol. 28, No. 4 (Dec., 1995), 385–403.
- Goldstein, Bernard R. (2002): „Copernicus and the origin of his heliocentric system”, *Journal for the History of Astronomy*, 33, 219–235.
- Granada, M. A. (1996): *El debate cosmológico en 1588: Bruno, Brahe, Rothmann, Ursus, Röslin*. Napoli, Bibliopolis.
- Granada, M. A. (1998): „L’infinité de l’univers et la conception du système solaire chez Giordano Bruno”, *Revue des Sciences Philosophiques et Théologiques*, 82, 243–275.
- Granada, M. A. (1997): „Thomas Digges, Giordano Bruno e il copernicanesimo in Inghilterra.” In: Ciliberto, M and Mann, N. (szerk.) (1997): 125–155.
- Granada, M. A. (2001): „Considerazioni sulla disposizione ed il movimento del Sole e delle stelle in Giordano Bruno”, *Physis*, 38, 257–282.
- Granada, M. A. (2002): *Giordano Bruno: Universo infinito, unión con Dios, perfección del hombre*. Barcelona, Herder.

- Granada, Miguel A. (2004): „Aristotle, Copernicus, Bruno: Centrality, the Principle of Movement and the Extension of the Universe”, *Studies in the History and Philosophy of Science* 35. (2004) 91–114.
- Gringerich, Owen (1985): „Did Copernicus Owe a Debt to Aristarchus?”, *The Journal of the History of Astronomy XVI*.
- Hermann, D. B. (1981): *Az égbolt fölfedezői*. Budapest, Gondolat.
- Hermann, D. B. (1984): *Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzprung*. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hermanowski, Georg (1985): *Nikolaus Kopernikus: zwischen Mittelalter und Neuzeit*. Graz [stb.], Styria.
- Hearnshaw, John B. (1996): *The Measurement of Starlight. Two Centuries of Astronomical Photography*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hearnshaw, John B. (2010): „August Comte’s Blunder: An Account of the First Century of Stellar Spectroscopy and How Took It One Hundred Years to Prove that Comte was Wrong!”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 13(2), 90–104.
- Hooykaas, Reijer (1978): „The Aristotelian Background to Copernicus’s Cosmology”, *Jour. Hist. Astr. Vol. 18*. Part 2. (May/1987) 111–116.
- Hoskin, Michael (1965): „Stellar Distances: Galilei Methods and its Subsequent History”, *Journal for the History of Astronomy*, Vol 1. No. 1. 22–29.
- Jones, Marjorie G. (2008): *Frances Yates and the Hermetic Tradition*. Ibis Press.
- Kant, Immanuel (1755): *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Königsberg – Leipzig.
- Kirchhoff, Jochen (1980): *Giordano Bruno in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten*. Reinbeck, Rowohlt.
- Koyré, Alexandre (1957): *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore, The John Hopkins Press.
- Lucretius (1977): *A természetről. (De rerum natura.)* Ford. Tóth Béla. Budapest, Kossuth Kiadó.
- MacMillan, W. D. (1918): „On Stellar Evolution”, *The Astrophysical Journal*, 48.35–49.
- McMullin, E. (1987): „Bruno and Copernicus”, *Isis*, Vol. 78.
- Michel, Paul-Henri (1962): *La Cosmologie de Giordano Bruno*. Paris, Hermann.

- Michel, Paul-Henri (1972): *The Cosmology of Giordano Bruno*. Ford. R. E. W. Maddison. Paris, Hermann; London, Methuen; Ithaca, New York, Cornell University Press.
- Munkácsy Gyula (1978): „A metafizika karteziánus fordulata I–II.” *Világosság* 19. évfolyam 6–7. szám, 329–338., 408–416.
- Newcomb, Simon – Engelmann, Rudolph (1911): *Populaere Astronomie*. 5. Leipzig, Auflage von Paul Kempf.
- Nietzsche, Friedrich (1980): Colli, Giorgio – Mazzino, Montinari (szerk.): *Sammlichte Werke. Kritische Studienausgabe, Band 9. Nachgelassene Fragmente 1880–1882*. München – Berlin – New York, Deutscher Taschenbuch Verlag – De Gruyter.
- Nietzsche, Friedrich (2001): „Töredékek a Zarathustra idejéből.” Ford. Kurdi Imre. *Nagyvilág*, 46. évf. (2001)/6. 926–948.
- Numbers, Ronald L. (szerk.) (2009): *Galileo Goes to Jail and Other Myths about Science and Religion*. Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press. 59–67.
- Omodeo, Pietro (2014): *Copernicus in the Cultural Debates of the Renaissance: Reception, Legacy, Transformation*. History of Science and Medicine Library, Volume 45. (. Subseries: Medieval and Early Modern Science. Volume 23.) Leiden – Boston, Brill.
- Rossi, Paolo (1975): „Az ember nemessége és a világok sokasága.” In: Rossi: *A filozófusok és a gépek*. Bpudapest, Kossuth.
- Rowland, Ingrid D. (2008): *Giordano Bruno: Philosopher/Heretic*. Chicago, University of Chicago Press.
- Seidengart, J. (1992): „La cosmologie infinitiste de Giordano Bruno.” In: *Infini des mathématiciens, Infini des philosophes*. Szerk. Monnayeur, F. Paris, Berlin. 59–82.
- Shackelford, Jole (2009): „Myth 7. That Giordano Bruno Was the First Martyr of Modern Science.” In: Numbers, Ronald L. (szerk.) (2009): 59–67.
- Siebert, Harald (2005): „The Early Search for Stellar Parallax: Galilei, Castelli and Ramponi”, *Journal for the History of Astronomy* 36. (2005) No3. 251–271.
- Simonyi, Károly (1986): *A fizika kultúrtörténete*. Budapest, Gondolat.
- Singer, Dorothea Waley (1941): „The Cosmology of Giordano Bruno (1548–1600)”, *Isis* Vol. 33, No. 2 (Jun., 1941), 187–196.

- Singer, Dorothea Waley (1950): *Giordano Bruno, His Life and Thought. On the Infinite Universe and Worlds*. New York, Schuchman.
- Steiger Kornél (szerk.) (1992): *Görög Gondolkodók 2. Empledokléstől Démokritoszig*. Budapest, Kossuth Kiadó.
- Stanley, M. (2010): „Spectroscopy – so what?”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 13, 105–111.
- Yates, Frances A. (1964): *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition*. Chicago, University of Chicago Press.
- Vickers, Brian (szerk.) (1984): *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge stb., Cambridge University Press.
- Westman, Robert S. (1977): „Magical Reform and Astronomical Reform: the Yates Thesis Reconsidered.” In: Westman, R. S. – Mc Guire, J. E. (szerk.) (1977).
- Westman R. S. – Mc Guire, J. E.(szerk.) (1977): *Hermeticism and the Scientific Revolution*. Los Angeles, University of California Press.



# Szemünk által homályosan: Galilei moziba viszi kortársait<sup>1</sup>

LAKI JÁNOS

MTA BTK Filozófiai Intézet

A tudomány és a katolikus egyház összeütközésének jóformán egyetlen<sup>2</sup> jelentős, mindenki által ismert esete a kopernikuszi heliocentrikus kozmológiát képviselő Galileo Galilei *Dialógusainak* (Galilei [1632/1983]) 1633-as betiltása s a szerző házi őrizetbe helyezése. Kevesebb szó esik e történet első fázisáról, arról, hogy a Szent Hivatalnak a *Tiltott Könyvek Listáját* (*Index Librorum Prohibitorum*) összeállító kongregációja már 1616-ban

„formálisan eretnek”-nek, „teológiaiilag legalábbis hamisnak”, egyúttal

„filozófiaiilag örültnek és abszurdnak”

minősítette Kopernikusz két tézisé, melyek szerint

1) „A Nap a világmindenség középpontja, s helyváltoztató mozgást egyáltalán nem végez”, valamint

2) „A Föld nem középpontja a világmindenségnek és nem mozdulatlan” (Inkvizíció [1616/1989a]: 146.).

Mellőzve a „formális eretnesség” vádpontját, vagyis az univerzum napközéppontú elrendezésének a Biblia konkrét szöveghelyeivel való összeegyeztethetlenségéből eredő hermeneutikai problémákat, a következőkben arra koncentrálok, hogy a kongregáció nem egyszerűen „hamis”-nak, hanem egyenesen „örültnek” és „abszurdnak” bélyegezte Kopernikusz gondolatát. A XVII. század elején ez a megfogalmazás a kozmológiára alkalmazva azt jelentette, hogy a tétel

---

<sup>1</sup> Korán elhunyt kollégám, Neumer Katalin emlékének ajánlom ezt az írást. Szerette a mozit.

<sup>2</sup> Ma már közismert, hogy Giordano Brunót, akít a XIX. században gyakran a tudomány mártírjának tekintettek, nem tudományos nézeteiért – és különösen nem kopernikanizmusáért – ítélték el. Lásd Székely László tanulmányát e kötetben.



nyílt ellentmondásban áll az arisztotelészi kozmológia és fizika mindenki által evidensen igaznak tekintett azon állításával, mely szerint a Föld

- szükségképpen (vagyis metafizikai elvekből levezethetően) a világmindenség középpontjában van, és ugyancsak
- szükségképpen mozdulatlan, hiszen mozgásának (megint csak metafizikailag determináltan) nem lehet semmiféle oka. Márpedig nyilvánvalónak számított, hogy aktuálisan jelen lévő ok nélkül egyetlen fizikai tárgy sem mozog.

Az eset dokumentációjának mai olvasója számára kissé meglepő a verdikt. Nem csak azért, mert mai tudományideálunk erősen különbözik az arisztotelésztől, s így a konkrét megfigyeléseken alapuló fizikai bizonyításokat általában elégségesnek érezzük, hanem egy külsődleges ok miatt is: a betiltás dátuma az, ami kissé zavaró. Kopernikusz könyve, a *De revolutionibus orbium coelestium* 1543-ban jelent meg, azaz a betiltás idején mintegy háromnegyed évszázaddal túl voltak rajta, s különböző magyarázatok ismereteseek azzal kapcsolatban, miért nem eszmélt *előbb* a katolikus egyház. Ugyanígy feltehető azonban az a kérdés is, miért eszmélt néhány évvel éppen az *után*, hogy megjelent a történelem első távcsöves csillagászati megfigyeléseiről szóló beszámoló (Galilei [1610/2004]), mely a kopernikuszi kozmológia mellett szóló, jóllehet közvetett, megfigyelési bizonyítékokkal szolgált. Vajon miért nem azt tekintették abszurdnak, hogy a Szent Hivatal csillagászai figyelmen kívül hagyták a távcsöves megfigyelések „nyilvánvaló” adatait? Műveiben Galilei nem egyszer említette, hogy amennyiben Arisztotelész ismerte volna azokat az empirikus adatokat, melyeket ő megismert, minden bizonnyal átalakította volna természetfilozófiáját (lásd pl. Galilei [1632/1983]: 85.). Ez azt sugallja, hogy a megfigyelések mintegy rákényszeríthették volna a racionalitás normáihoz igazodó szerzőt kozmológiai és fizikai elméleteinek átalakítására. Valójában azonban a helyzet ennél jóval bonyolultabb volt.

Először is, a kopernikuszival ellentétes, geocentrikus tétel a korabeli kritériumok értelmében *tudományosan bizonyított* volt, ezért *nem lehetett egyszerűen megfigyelési adatokkal cáfolni*. Az arisztotelianus tudományoszmény értelmében egy tétel akkor tekinthető tudományosan igazoltnak, ha demonstratív szillogizmusok konklúziójaként adódó apodiktikus bizonyosság. Ez azt jelentette, hogy a világmindenség földközéppontú elrendezése nem pusztán kontingens fizikai

igazság, melyet megfigyelések támasztanak alá, hanem logikai következtetésként adódik a természet működésének első elveiből. Az arisztotelészi tudomány ugyanis axiomatikus deduktív rendszerként volt elgondolva (vö. Arisztotelész: APost. I. 6.), állítások olyan szisztematikusan összekapcsolódó összességeként, melyben a természet végső princípiumait kifejező univerzális állítások a premiszszák, s ezek tartalmát konkretizálják speciális problémákra a logika szabályai szerint konstruált szillogizmusok. E feltétel teljesülése esetén a konklúzió nem pusztán kontingens, hanem szükségszerű igazság, a neki ellentmondó tétel pedig szükségszerűen hamis volt. Mindezen túl, a tudománynak nemcsak *bizonyítania* kellett tételeit, hanem (legalábbis a Hold alatti szféra esetében) *magyarázania* is a természet működését, ami Arisztotelész szerint a vizsgált jelenségek okainak megadását jelentette.

Tekintve, hogy az arisztotelészi természetfilozófia első elvei evidensnek számítottak, s Kopernikusz fenti tézisei ellentmondtak ezeknek, továbbá, hogy e tézisekhez nem lehetett kauzális magyarázatokat kapcsolni, s tetejébe még a nyilvánvaló tapasztalatokkal is ellentétesek voltak, nem csodálkozhatunk, hogy az indexre tett kopernikuszi tételek „abszurdnak” minősültek. A Biblia szövegével való nyílt összeegyeztethetlenség mellett tehát az arisztoteléanus természetfilozófiának való ellentmondás volt az elítélés mozgatórugója, s ezért szólította föl Galileit 1616-ban Bellarmino bíboros, hogy a kopernikuszi téziseket se szóban, se írásban ne fogadja el, ne tanítsa, és ne védelmezze (Inkvizíció [1616/1989b]: 147.).

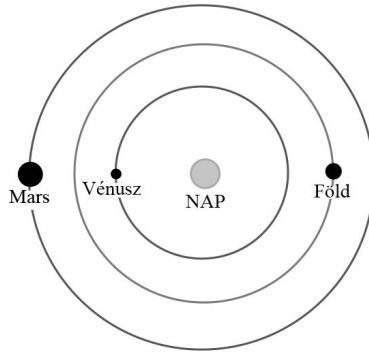
Kétségtelen, hogy a Galilei *Siderius Nuncius*ában publikált távcsöves megfigyelések nem alapoztak meg Kopernikuszt egyértelműen igazoló demonstratív következtetéseket. Mi több, az epiciklusok<sup>3</sup> számának és az égitestek egymáshoz viszonyított sebességének alkalmas átalakításával e megfigyelési adatok jól beilleszthetők voltak akár a ptolemaioszi, akár a Tycho Brahe-i kozmológiai modellbe. Ami azonban ennél is nagyobb nehézséget okozott, az az volt, hogy a napközéppontú elrendezés más empirikus adatokkal kifejezetten ellentétben állt. Mind az égi, mind a földi jelenségek között voltak olyanok, melyek evidensen összeegyeztethetetlenek voltak azzal a föltevessel, hogy a Föld mozog.

Az asztronómiai jelenségek közé tartozott, hogy ebben a korban még távcsővel is megfigyelhetetlen volt a Föld mozgásából következő sztelláris parallaxis,<sup>4</sup>

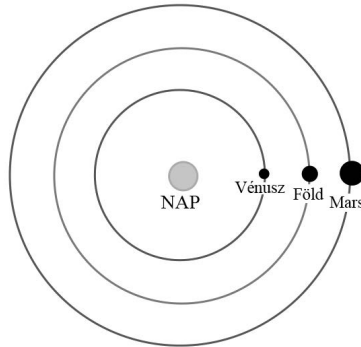
<sup>3</sup> Az epiciklus definícióját lásd Fehér Márta tanulmányában.

<sup>4</sup> Lásd Kutrovácz Gábor e kötetben közölt tanulmányának 27. lábjegyzetét.

valamint az a tény, hogy – bár a kopernikuszi elméletből ez következett – nem látszott a Napnak a Földdel ellentétes,



illetve a Földdel azonos oldalon álló Vénusz és Mars látszólagos méretének negyvenszeres, illetve hatvanszoros különbsége.



A csillagászati megfigyeléseken túl, a földi tapasztalatok is ellentmondani látszottak annak a feltevésnek, hogy a Föld elképzelhetetlen sebességgel forog saját tengelye és egyúttal kering a Nap körül. E mozgások feltevéséből, egyebek mellett, az következett, hogy a földi tárgyoknak a centrifugális erő hatására el kell repülniük, vagy hogy egy toronyból leejtett kőnek, a torony keleti irányú mozgása következtében, attól messze nyugatra kell földet érnie. Összefoglalva: a tapasztalat nem szólt egyértelműen a régi kozmológia ellen, s egyáltalán nem támasztotta

alá a kopernikuszi modellt. Mindez azt jelenti, hogy tarthatatlan az az utókor által gyakran hangoztatott (s eredetileg egyes korabeli résztvevők által kitalált) mítosz, mely szerint a természetről való gondolkodásban a XVIII. században bekövetkezett, gyakran „tudományos forradalomnak” nevezett változás abban állt, hogy a skolasztikus arisztotelianizmus a priori, fogalom- és szöveggözpontú spekulativitása helyébe ekkor a megfigyelés és kísérlet lépett, s az új tudomány képviselői elkezdtek empirikusan vizsgálni, milyen ténylegesen a világ.

### *A tapasztalat két fogalma*

De ha a régi természetfilozófia egyik fontos elemének, a földközéppontú kozmológiának a kopernikuszi modellel való leváltását nem indokolhatta az, hogy utóbbi mellett szóltak a tapasztalatok, akkor milyen alapon választotta Galilei a ptolemaioszi vagy a brahei modellel szemben a kopernikuszit? Kétségtelen, hogy az arisztotelészi természetfilozófia abban nem különbözött a kora modern elképzelésektől, hogy a tudás forrásának és az igazolás alapjának ugyancsak a tapasztalatot tekintette. Érdekes azonban közelebről szemügyre venni, milyen tapasztalatfogalmat használt Arisztotelész, s milyent Galilei.

Mint fent említettem, az arisztotelianus kritériumok értelmében tudományos tudásról (*scientia*) akkor beszélhetünk, ha a természet valamely részével kapcsolatban sikerül kialakítani egy axiomatikus deduktív rendszert. E rendszernek a kifejezetten a természetfilozófiában használatos premisszái maguk nyilván nem lehetnek deduktív úton, azaz tudományosan előállítottak, hisz egy ilyen követelmény végtelen regresszust vagy körbenforgó érvelést feltételezne. Arisztotelész (nem nagyon részletesen kifejtett) elgondolása szerint a végső, legáltalánosabb premisszák a természet princípiumai, olyan első elvek, melyekre (ahogyan a geometriai axiómákra) tapasztalatok kvázi-induktív összegzésén alapuló közvetlen belátások útján teszünk szert (Arisztotelész: APost. II. 19.; Mfiz. I. 1.). Minden megismerés az *észleléssel* kezdődik (Arisztotelész: APost. II. 19. 100a 4–14.), azonban az észlelés mindig egyedi dolgokat mutat (Arisztotelész: APost. I. 31.

<sup>5</sup> „[...]a mi kutatásaink tárgya az érzéki világ, nem pedig a papírvilág” – jelenti ki büszkén Salviati (akit joggal szokás Galilei szócsövénének tekinteni) a *Párbeszéd*ekben (Galilei [1632/1983]: 89–90.), arra utalva, hogy az autoritások írásai helyett a tudománynak a tapasztalatra kell támaszkodnia.

87b 27–38.), ezért önmagában sohasem tárhatja fel a természet rendjének és működésének általános elveit: kizárólag „észlelés segítségével nyilvánvalóan nem tehetünk szert tudományos tudásra” (Arisztotelész: APost I. 31. 87b 33–34.). A természet általános elveinek tudományos megismeréséhez általánosításra, annak feltárására van szükség, milyen az akcidentális dolgok „többsége az esetek legnagyobb részében” (Arisztotelész: Mfiz. VI. 2. 1027a 10.). Az induktív általánosításokkal létrejövő empirikus tudást nevezi Arisztotelész „tapasztalat”-nak (Arisztotelész: Mfiz. I. 1. 980b 27.). Nem mondhatni, hogy Arisztotelész részletes leírást hagyott volna hátra a tapasztalat konstruálásának mikéntjéről, de gondolatának lényege az volt, hogy az ismétlődő egyedi észleletek lerakódnak az emlékezetben, azaz működésbe hoznak egy, még nem az intellektus részét képező, de már szelektálást és összehasonlítást végző kognitív képességet. A memóriában nemcsak az egyén, hanem mások, beszámolóikból ismert észleletei is jelen vannak, s az ismétlődés, valamint a mások észleleteivel való összehasonlítás biztosítja az eseti tévedések, illúziók és torzítások kiküszöbölését, az egyedi benyomások közös momentumainak kiemelkedését, azaz egy alacsony szintű, az értelem által nem kontrollált általánosítási folyamat működését (Arisztotelész: Mfiz. I. 1. 980b 27.). Az ily módon konstruált „tapasztalat feladata, hogy biztosítsa az egyes vizsgálati tárgyakhoz tartozó princípiumokat. [...] pl. a csillagászati tapasztalat szolgáltatja a csillagászat mint tudomány princípiumait” (Arisztotelész: APri. I. 30 46a 17–20.).

Hadd hívjam fel a figyelmet a tapasztalat kialakulásának két fontos tényezőjére: az anyagát képező észleleteket egy *nem reflektált, passzív befogadó folyamat* gyűjti össze, s ezek konzisztenciáját egy *nem tudatos* pszichológiai feldolgozófolyamat teremti meg az egyedi észleletek sokaságából spontán módon kialakuló általánosítással. Szokás a lélek e szintetizáló működését „indukció”-nak nevezni, de ez kissé félrevezető. Valóban egyedi észleletek közös jellemzőinek felismeréséhez vezető folyamatról van szó, de nyilvánvalóan nem beszélhetünk pl. a Mill által leírt logikai szabályok által vezérelt, tudatos generalizációról. A folyamat végeredménye a világgal kapcsolatos *közös tapasztalat*, mely inkább azzal a környezettel való alapvető *ismerősség*, melyben élünk, és amellyel aktív viszonyban állunk, semmint valami absztrakt elmélet. Robusztus, nem analitikus jellegű tudás arról, hogy milyenek általában a bennünket körülvevő világban a dolgok; hogyan viselkednek a különböző anyagokból lévő, különböző formájú tárgyak; hogyan hatnak egymásra; milyen folyamatok szoktak végbemenni a természet-

ben, s ezek milyen szabályszerűségeket mutatnak, stb. Ez az intuitív belátásokat tartalmazó, nem bizonyított, nem levezetett tudás szolgáltatja azokat a princípiumokat, melyek a deduktív szillogizmusok univerzális premisszáiban öltönek testet. A természet ilyen spontán módon kialakuló (Arisztotelész: APost II. 19. 100a 10–15.) közös tapasztalatát, s a benne testet öltő tudást az arisztotelianus hagyomány mindenki számára nyilvánvaló igazságnak tekinti, s ezért minősítik a kopernikuszi tanokat kommentáló egyházi szakértők az e princípiumoknak ellentmondó kopernikuszi állításokat „abszurdnak”.

Galilei elfogadja a deduktív tudományeszményt, azonban úgy látja, a levezetések első elvei nem alakíthatók ki az Arisztotelész által jelzett módon, mert a *spontán módon elvekké szilárduló közös tapasztalat sok esetben alapvetően félrevezető*. Különböző műveiben számos példát hoz fel arra vonatkozólag, hogy a köznapi tapasztalat torzképet ad a természetről, ezért nem szolgáltathatja a tudomány alapelveit. Az Arisztotelész által emlegetett csillagászati tapasztalatok egyik legszilárdabbika pl. az, hogy a Föld a világmindenség mozdulatlan középpontja, s más égitestekkel együtt, körülötte kering a Nap. Galilei szerint azonban ez ugyanúgy pusztá illúzió, mint az, hogy a Nap és a Hold a horizonton mindig sokkal nagyobbak látszik, mint a zeniten; hogy létezik a Tejút, léteznek csillagködök és üstökösök. Ezek ugyanúgy tapasztalati torzítások, mint az, hogy a Vénusznak látszólag nincsenek fázisai, vagy hogy a Földhöz képest konjunkcióban, illetve oppozícióban lévő Vénusz és Mars látszólagos mérete között nincs meg a heliocentrikus modell által jelzett különbség. Észlelésünk ugyanígy félrevezet bennünket a földi fizika jelenségeivel kapcsolatban is. Úgy látjuk, a testek csakis akkor mozognak, ha mozgásuknak aktuálisan jelen lévő és ható oka van, és ha ez nem külső, akkor a természetükben rejlő belső ok, s ilyen okok nélkül minden élettelen dolog mozdulatlan, vagy, ha valahogy mozgásba lendült, hamarosan leáll. Úgy látjuk, a nehezebb testek természete az, hogy gyorsabban zuhannak, mint a könnyebbek; a toronyból leejtett kövek függőleges pályán esnek a torony lábához; s egyáltalán, a világ egy színes, szagos, zajos, illatos és ízes dolgokból álló hely. Galilei véleménye az, hogy mindez illúzió, perceptuális tévedés, mely abból ered, hogy érzékszerveink rendszeresen megtévesztenek bennünket. Létrehoznak egy jelenségvilágot, így a köznapi tapasztalat alkalmatlan arra, hogy általa megismerjük a természet első elveit, azaz a deduktív tudomány számára nélkülözhetetlen, igaz premisszákat nyerjünk.

Ilyen általánosságban megfogalmazva, Galileinek a tapasztalattal kapcsolatos fenntartásai erős rokonságot mutatnak a reneszánsz időszakában feltámadó ókori szkepticizmussal. A megtévesztés *rendszeressége* azonban nem csupán azt jelenti szerinte, hogy visszatérően, minden esetben megtörténik, hanem azt is, hogy az emberi érzékszervek egy bizonyos, meghatározott módon alakítják tapasztalattokká a világból érkező fizikai hatásokat, szisztematikusan nem veridikus képet alkotnak a valóságról. Ha tetszik, nevezhetjük ezt a magában való és az ember észlelő apparátusa által megalkotott jelenségvilág különbségének, de el kell kerülnünk a kifejezés kantiánus konnotációit, mivel Galilei tisztán fizikalista észlelésfogalmat használ, s mint látni fogjuk, úgy véli, a torzítások fizikai eszközökkel korrigálhatók. A következőkben amellettt érvelek, hogy a tapasztalat passzív, arisztoteliánus fogalmának aktív, intervencionista módosítása döntő szerepet játszott abban, hogy Galilei elfogadta a kopernikuszi kozmológiát.

Az észlelés fogalmának Galilei által vázolt (sajnos, részletesen ki nem dolgozott) átalakítása, némileg talán meglepő módon, arra az elgondolhatósági érvre támaszkodik, melyet leggyakrabban Descartes-nak tulajdonít a filozófiatörténet. A VI. *Elmélkedés*ben Descartes két entitástípus, az *elme* és a *test* elkülönítésére használja az érvet, míg Galilei (Descartes-ot mintegy 20 évvel megelőzve – Galilei [1623/2008]) hasonló érvet hoz fel a *tulajdonságok két típusának* megkülönböztetése érdekében. Az elgondolhatósági érv menete ismert:

- 1) Bizonyos tulajdonságok nélküli dolgok elgondolhatatlanok.
- 2) Ami elgondolhatatlan, az lehetetlen.
- 3) Így lehetetlen, hogy létezzenek dolgok anélkül, hogy alakjuk, méretük, helyük, számosságuk legyen, mozogjanak vagy nyugalomban legyenek.
- 4) E tulajdonságok megléte tehát lényegi a dolgok szempontjából.
- 5) Ezek mellett vannak más tulajdonságok is (szín, szag, íz, hang stb.), ezek nélkül azonban elgondolhatók a dolgok, azaz e tulajdonságok nem lényegiek (Galilei [1623/2008]: 185.).

Nem szükséges itt most foglalkozni azzal, hogy az elgondolhatósági érv érvényessége vitatható, ahogy figyelmen kívül hagyhatjuk azt is, hogy Galilei nem fejtette ki igazán részletesen. Elég annyi, hogy világosan különbséget kívánt tenni kétféle tulajdonság között (a megkülönböztetés aztán – az „elsődleges és másodlagos minőségek” különbsége néven – nagy karriert futott be a XVII–XVIII. században), s azt állította, hogy mivel ténylegesen léteznek testek, el kell

fogadnunk, hogy azok rendelkeznek a lényegi tulajdonságokkal. E tulajdonságok megléte nem csupán *szükséges feltétele* a tárgyak *létezésének*, hanem egyben *elég-séges feltétele* azok *megismerésének* is. A metafizikai és episztemológiai aspektust Galilei egy meglehetősen szikár, materialista elmefelfogás és egy fizikalista észleléselemlet segítségével kapcsolja össze.

Eszerint a világ ontológiai értelemben jóval szerényebben bútorozott, mint az arisztotelianus felfogás szerint. A szubsztanciák mibenlétének értelmezésénél nem kell használni a „forma” gazdag jelentéstartalmú, s sok tekintetben homályos fogalmát, megelégedhetünk annyival, hogy a dolgoknak van néhány (a lista jóval explicitebb, mint a „forma”, és igen rövid) *fizikai* jellemzője (alak, méret, számosság, hely, helyváltoztató mozgás). Ennek az egyszerűsödésnek másik oldalaként az észlelés fogalma is egyszerűsödik, mivel eltűnik belőle a forma érzékszervek általi befogadása, eltűnik a „specifikus észlelhető” (egy meghatározott érzékszervhez rendelt) és „közösen észlelhető” (több, különböző érzék által észlelhető) (Arisztotelész: *A lélek* II. 6. 418a 10–25.) tulajdonságok, valamint az ítélest is tartalmazó akcidentális észleletek megkülönböztetése. Jelen gondolatmenetünk szempontjából döntő fontosságú változás, hogy a tulajdonságok listájának a fizikai tulajdonságokra való egyszerűsítése eltörli a „specifikus észlelhető” tulajdonságokhoz kapcsolódó *tévedhetetlenség* (Arisztotelész: *A lélek* II. 6. 418a 15.) feltételezését is. Arisztotelésznél a specifikus észleletek szükségképp veridikusak: ha már létrejött az észleleti kép, az azért történt, mert a megfelelő érzékszerv felvette az észlelt dolog formáját, azaz, episztemológiai értelemben nincs különbség az észlelt tulajdonság és az észlelet között, utóbbi azonos az előbbivel.

Galilei észleléselemletében nem játszik szerepet a forma arisztotelészi fogalma. A dolgok valóságos (elsődleges) és látszólagos (másodlagos) tulajdonságainak éles elkülönítésével az arisztotelészi lélek- és észleléselemlet bonyolult és kifinomult fogalmi szövete helyén Galileinél csak egy fizikalista észleléselemlet marad. Nincs szó lélekről vagy elméről, csak arról, hogy különbség van érzékeny és nem érzékeny testek (élőlények teste *versus* márványszobor), s az érzékeny testek egyes részei között (vö. csiklandozható és csiklandozásra kevésbé vagy egyáltalán nem érzékeny testrészek) (Galilei [1623/2008]: 185. sk.). Az észlelés nem más, mint a fizikai tárgyak vagy a róluk leváló, visszaverődő részecskék mechanikus hatása (nekiütődés vagy a pórusokba való behatolás) a test érzékeny részeire. Észlelet úgy jön létre, hogy egy fizikai test (az érzékszerv) fizikai hatást



szenved el, de semmi nem biztosítja, hogy a fizikai okok által kiváltott érzékszervi okozatok veridikus észleleteket eredményeznek. A testek valóságos (elsődleges) tulajdonságait közvetlen fizikai hatásként észleljük, s e fizikai hatások testünk erre alkalmas, érzékeny részeiben kiválthatnak további (másodlagos) hatásokat is (szín-, íz- stb. érzetek), melyek azonban már nem a dolgok valóságosan létező tulajdonságai, hanem részben a mi testünk által létrehozottak. Mint látható, Galilei egy minden részletében redukcionista-fizikalista elképzelést alakított ki az észlelésről:

- a) az észlelt tárgyak csak mechanikus tulajdonságokkal bírnak,
- b) mechanikusan stimulálják az élő test erre érzékeny részeit,
- c) az észlelés nem mentális, hanem testi esemény, mellyel kapcsolatban Galilei egyáltalán nem beszél lélekről vagy elméről.

Az észlelés fogalmának e fizikalista átértelmezése kettős előnnyel jár az arisztotelészi észlelésfogalomhoz képest: egyrészt Galilei világos fizikai magyarázatokat tud adni arra a kérdésre, miért és hogyan keletkeznek perceptuális torzítások, másrészt, e válaszok birtokában képes fizikai eljárásokat és eszközöket kínálni a torzítások és illúziók kiküszöbölésére. A kiküszöbölésre kidolgozott aktív, intervencionista észlelésfelfogással Galilei megszabadul attól az arisztotelészi elképzeléstől, hogy a természet működésének alapvető elvei mintegy maguktól megmutatkoznak a köznapi tapasztalatban, s az elméleteknek szigorúan ezekhez kell igazodniuk. Ez lehetővé teszi számára annak megmutatását, hogy a Föld mozgása észleléseleméleti okokból nem tekinthető abszurd feltételezésnek. A következőkben megvizsgálom két konkrét példát – egy csillagászatit és egy fizikait – melyek jól illusztrálják, hogyan teszi lehetővé az észlelés fogalmának átértelmezése Galilei számára a kopernikuszi kozmológia melletti érvelést.

### *Szemünk által homályosan*

Első példám azt mutatja, miért nem észlelhetjük Galilei szerint a Vénusz és Mars látszólagos méretében azt a 40-60-szoros változást, melynek a kopernikuszi modell szerint be kell következnie.

Bár kidolgozott fényelmélete nincs, Galileinek a fényvel kapcsolatos elképzelése a newtoni korpuszkuláris fényelméletet előlegezi meg. Eszerint a fény az

anyag „végső, lehető legteljesebb felbontása valóban oszthatatlan atomokra” (Galilei [1623/2008]: 189.). A fényrészecskék a látott tárgyról a szem felé áramlanak, s a szemlencsén áthaladva elérik a retinát (a folyamat leírásában e ponton túl nem megy Galilei). A folyamatban részt vevő testi szerv, vagyis a szem, fizikai felépítése csak egy bizonyos típusú észlelést tesz lehetővé, vagyis bizonyos fajta észlelések esetén „maga a látás állít akadályokat önmagának” (Galilei [1632/1983]: 185.). A csillagászat esetében ez úgy értendő, hogy amikor sötét háttér előtt egy fénylő testet nézünk, akkor szemünk fénykoszorút hoz létre körülötte (Galilei [1632/1983]: 187.). E fénykoszorú úgy keletkezik, hogy a testről a szemre érkező fény sugarakat a szem felületén lévő nedvesség megtöri, így a retinára nem kizárólag a testről érkezett fény jut, hanem annak kissé szórt változata. Szemünk és a fény fizikája következtében a létező fénylő testek a valóságosnál nagyobbak látszanak, sőt, nem létező testek is létezőként jelennek meg (így keletkezik a szem számára nem elkülöníthető kisebb csillagok szórt fényéből az a látszat, hogy vannak az égbolton ködök, illetve létezik a Tejút (Galilei [1610/2004]: 66–67.).

Itt kezd érthetővé válni, miért is előnyös az észlelés fizikalista fogalmának bevezetése. Egyfelől azért, mert lehetővé teszi, hogy kauzális magyarázatot adjunk arra, miért látjuk pusztán szemünk által csupán homályosan, perceptuális illúziók által torzítottan a világot. Másfelől azért, mert e magyarázathoz és abból a felismerésből, hogy az észleleteket fizikai korpuszculák mechanikus hatása eredményezi, megnyílik az észleletek fizikai eszközök általi átalakításának útja, illetve lehetővé válik, hogy a nem teoretikus megfontolásból és eredetileg nem tudományos célból született eszközök – így a távcső – működése magyarázatot, és ennek révén tudományos alkalmazásuk teoretikus–ismeretelméleti indokolást kapjon.

Ismeretes, hogy Galileit megelőzően is használt eszközöket a tudomány, de ezek az eszközök *nem módosították az észleleteket*: megmérték, milyen szög alatt látszik adott időpontban egy égitest, összehasonlították különböző testek súlyát, távolságát stb. A Galilei által tudományos célra először használt eszközök (távcső majd mikroszkóp) nem így működnek, hanem úgy, hogy *beavatkoznak a tárgy és a szem közötti fizikai kapcsolatba*. Ez úgy történik, hogy ezek az eszközök a bennük található lencsék által módosítják a testről érkező korpuszculák pályáját, ezáltal azoknak a szem felületére való becsapódási helyét. Galilei távcsöve két lencséből állt. Az első lencse konvex, s egy pontba irányítja a részecskéket, míg a második konkáv, mely szétteríti azokat, s egy fordított kúp alakjá-

ban vetíti őket a szemre. Ennek az az eredménye, hogy az égitestekről a távcsövön át érkező fény beteríti a retina egészét, ezért láthatatlanná válik a fénylő test mögötti sötét háttér, s így nem alakul ki körülötte a fénykoszorú, vagyis az az illúzió, hogy a látott égitest nagyobb a valóságosnál. A fizikai eszköz beiktatása az észlelésbe, s a szemet érő fizikai hatás ezen eszköz által végrehajtott fizikai módosítása megszüntette ezt az érzékcsalódást. A beavatkozásnak köszönhetően a látott képet már csak az égitestről érkező fény okozta, s így láthatóvá vált, hogy a Földhöz képest a Nap túlsó vagy a Földdel azonos oldalán tartózkodó Vénusz és Mars látszólagos mérete között megvan a kopernikuszi elmélet által előre jelzett 40-60-szoros különbség.

Galilei optikai magyarázata nemcsak a konkrét, hanem egy általánosabb probléma szempontjából is fontos volt. Azzal, hogy megszüntette a körülöttük keletkező fénykoszorút, a távcső tisztábban kivehetőnek, de kisebbnek mutatta az éjszakai égbolton fénylő égitesteket, mint amekkorának azok szabad szemmel látszottak. Ezért a korabeli csillagászok körében az a vélekedés kezdett kialakulni, hogy a távcső valójában csak a Hold alatti szféra tárgyait nagyítja, a mozgásukban is teljesen más törvényszerűségek által meghatározott égi objektumokat nem. Az ugyanis nem volt kétséges, hogy a földön a távcső ellenőrizhetően felnagyítja, így előbb észrevehetővé teszi a kikötő felé közeledő hajókat, olvashatóvá tesz távoli feliratokat. stb., de mivel az égbolton észlelhető objektumok kisebbnek látszottak, mint szabad szemmel, volt, aki azon a véleményen volt, hogy a távcső nagyítóképessége a távolsággal fordítottan arányos, ezért az égitestek megfigyelésére egyáltalán nem, vagy csak korlátozottan alkalmas (Grassi [1618/1960]).

Ez a már-már optikai törvényként megfogalmazott nézet a vizuális tapasztalat hagyományos, arisztotelészi felfogására alapozódott, jelesül arra a nézetre, hogy a köznapi tapasztalat a valóságot mutatja, s ehhez kell viszonyítani a távcső által előállított képet. Galilei viszont úgy érvelt, hogy az optika megmagyarázza, miért téves a köznapi tapasztalat, s hogyan működik az ezt fizikailag korrigáló eszköz. E magyarázatokra alapozta azt az állítását, hogy nem lehet egyszerűen ráhagyatkozni a köznapi tapasztalásra, a tudományos vélekedések bizonyítása passzív befogadás helyett gyakran a megfigyelő beavatkozását, a tapasztalat aktív konstruálását igényli. Az észlelés általa bevezetett intervencionista elméletére hivatkozva képes volt megmagyarázni, hogy a távcső miért és hogyan nagyítja fel az égitesteket, szünteti meg a szabad szem fizikai torzító hatását, azaz miért tűnnek kisebbnek a távcsőben látszó, valójában felnagyított égitestek (Galilei

[1610/2004]: 16. sk.). Magyarázata nemcsak azért fontos, mert kiküszöböl egy konkrét illúziót, s új észleléselemélet bevezetésével elhárít egy a kopernikuszi elmélet ellen szóló fontos empirikus érvet, hanem azért is, mert megcáfol egy kialakulóban lévő hamis optikai törvényszerűséget.

### *Galilei mozija*

Galilei észleléseleméletének sikerei nem korlátozódtak a csillagászat területére. A kopernikuszi elméletnek voltak a Hold alatti szférában is fizikai következményei, és komoly ellenérvek számított, hogy e következmények nem voltak megfigyelhetők. A talán legfontosabb fizikai ellenérv az antikvitás óta fel-felbukkanó toronyargumentum volt (Galilei [1632/1983]: 109.). Ez az érve arra a köznapi tapasztalás számára magától értetődő feltevésre épül, hogy amennyiben a Föld nem a kozmosz mozdulatlan középpontja, hanem ugyanúgy forog és kering, mint a bolygók, akkor e mozgásoknak szükségképp hatással kell lenniük a felszínén lévő, nem rögzített tárgyak mozgására is. Ha például egy torony tetejéről valaki leejt egy követ, annak nem a torony lábánál, hanem attól jóval nyugatabbra kell földet érnie, hiszen miközben a kő a levegőben van, a torony (a Földdel együtt) nagy sebességgel kelet felé halad. A Föld mozgásának hívei számára a nagy nehézséget az okozta, hogy a tornyokból zuhanó kövek nem a toronytól távolabb, hanem igenis a torony lábánál értek földet, látszólag azt bizonyítva, hogy a Földnek mozdulatlanok kell lenniük.

A korabeli szemlélő számára a példa teljes bizonyítóerővel rendelkezett, s aki e tapasztalat ellenére azt állította, hogy a Föld forog, nyilvánvaló abszurditást állított. A tudományhoz történetileg közelítő szemlélő azonban tudatában van annak, hogy nem velünk született, s nem is pusztán a fizikai környezet által meghatározott, hogy mi tűnik számunkra „nyilvánvalónak”, hiszen ez történetileg változik. A XVII. század elején nyilvánvalónak látszott, hogy a kövek nemcsak ténylegesen zuhannak függőlegesen, de ennek így is *kell* lennie, minthogy ez következik a természet első elveiből. Ilyen – a köznapi tapasztalatból eredő – elvekre gondolhatunk:

- A Hold alatti világban a dolgok láthatólag csak akkor és csak addig mozognak, amikor és ameddig mozgásuknak van valamilyen oka, egyébként mozdulatlanok.

- Vannak helyzetek, melyekben a testek mindig mozognak, jóllehet látszólag semmi sem mozgatja őket. Ilyen például az, amikor alátámasztás/felfüggesztés nélkül maradnak, s a szemlélő számára ez megmutatja, hogy kell lenni bennük egy inherens törekvésnek (ami mozgásuk belső oka).
- A külső behatás nélkül eső testek mindig és csakis függőlegesen zuhannak, amiből az következik, hogy létezik egy természetes hely, mely felé e mozgás irányul.
- Ha e helyet a test elérte, s kívülről semmi nem mozdítja, tovább nem mozog, mert erre nincs semmilyen oka.
- A nem a természetes hely felé irányuló mozgás létrehozásához szükség van egy, a testet mozdulatlanságából kimozdító vagy mozgásának természetes irányától eltérítő, s a mozgás teljes ideje alatt ható külső okra.
- A toronyból zuhanó kő esetében ilyen külső ok nincs jelen.
- Tehát: a kő csakis függőlegesen zuhanhat.

Ezek a köznapi tapasztalatok alapulók, s intuitíve nyilvánvaló belátásokból következik az arisztotelianus fizika azon tétele, hogy a Földnek szükségképp a kozmosz középpontjában *kell* lennie, s nem *mozoghat*. A benne túlnyomó föld elem természete szerint lefelé, azaz a gömb alakú kozmosz középpontja felé törekszik, s mivel természetes mozgásának nincs akadálya, el is jut e pontba. Ha pedig egyszer eljut, akkor szükségképp ott is marad, mivel további mozgásának nincs se belső, se külső (valamely ágenstől származó) oka. Egy ekkora súlyú testet legföljebb Isten hozhatna mozgásba, ő azonban világosan kinyilatkoztatta a Bibliában, hogy a mindenség közepébe helyezte, s nem mozdítja.

Ha be akarta bizonyítani, hogy a Földnek a kopernikuszi modellből következő mozgása nem kizárt, a toronyargumentumot támadó Galilei előtt ugyanaz a két feladat állt, mint a Mars és Vénusz látszólagos méretkülönbségének láthatatlanságánál: érveket kellett felhoznia amellet, hogy a köznapi tapasztalat megtevéstző, ugyanakkor valamiképp észlelhetővé kellett tennie a valóságot. Az adott esetben ez annak igazolását jelentette, hogy

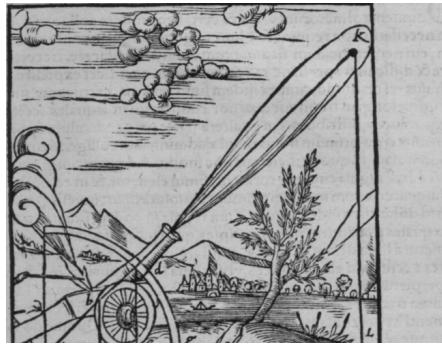
- 1) a toronyból leejtett kő *elvi okokból* nem függőleges pályán zuhan, valamint annak
- 2) láthatóvá tételét, hogy *ténylegesen* milyen pályát követ.

Az említett *elvi okok* megadásához Galileinek át kellett alakítania a mozgás leírásához használt fizikai fogalmak rendszerét. Ez nem a priori, spekulatív módszerekkel történt, hanem hagyományos arisztotelészi úton: Galilei tapasztalatok segítségével demonstrálta, hogy az arisztotelészi fizika intuitív belátásokon alapuló axiómái tévesek, a mozgás valódi természetének másmilyennek kell lennie, mint amilyenek az a köznapi tapasztalatokban látszik. Legelőbb attól a ki nem mondott, mert evidensnek látszó meggyőződéstől kellett megszabadulni, hogy a fizikai testek természetük szerint mozdulatlanok, a mozgás pedig olyan *esemény*, melynek mind bekövetkezése, mind fennmaradása valamilyen közvetlen ok közreműködését föltételezi. Galilei ehelyett azt állította, ha meg akarjuk érteni a mozgás valódi természetét, nem hagyatkozhatunk egyszerűen az ismétlődő köznapi észleletekre, a tapasztalatot meg kell konstruálni. Ez abban állna, hogy tudatosan eltekintünk a mozgás tapasztalatának akcidentális összetevőitől (ilyen a súrlódás és a légellenállás), mivel az ezeket az aspektusokat tartalmazó tapasztalat eltorzítva mutatja a mozgás valóságos természetét (Galilei [1632/1983]: 144.). Ha így járunk el, akkor világossá válik, hogy a mozgás valójában *állapot*, melynek megváltoztatása igényel okot, de fenntartása nem.

Ezt szemlélteti a lejtőn leguruló, s a vele szembenálló lejtőn fölguruló golyó gondolatkísérletével. Ha a súrlódás és légellenállás akcidentális tényezőitől eltekintünk, azt látjuk, hogy ahogy egy sík felületre helyezett golyónak sem belső, sem külső oka nincs arra, hogy megmozduljon, ugyanúgy, ha a golyó már mozgásban van, és külső ok nem hat rá, belső ok sincs arra, hogy mozgása lassuljon, s végül megszűnjön. Azaz, ha pusztán a mozgás természetét vesszük, s eltekintünk az esetleges járulékos hatásoktól, a már mozgó golyó soha nem szűnik meg mozogni (Galilei [1632/1983]: 146. sk.). Galilei szerint tehát, ha a mozgás természetét a korrigált tapasztalatok alapján foglaljuk axiómákba, akkor nem az arisztotelészi fizika intuitív bizonyosságaihoz jutunk, a testek tehetetlensége nem azt jelenti, hogy ha nem mozgatja őket semmi, akkor nyugalmi állapotba kerülnek, hanem azt, hogy nem rendelkeznek mozgásállapotuk megváltoztatásához szükséges belső törekvéssel.

A mozgás fogalmának ez az átértelmezése láthatólag együtt jár az arisztotelészi *okságfogalom* átalakításával is. Eszerint, a Hold alatti világban a testek vagy a bennük levő *célokok* által vezérelve *természetes mozgást* végeznek, melynek iránya mindig függőleges, vagy mozgásuk külső *hatóokok* által *kényszerített*, melynek iránya lehet vízszintes vagy ferde. A kétféle ok két különböző típusú

eseményt vált ki, melyek nem kombinálódnak (nem lenne a kombinált mozgásnak oka, hisz a metafizikailag különböző természetű és irányú cél- és ható-okok nem vegyülnek), hanem csak elkülönült, időben egymást követő eseményeket hoznak létre. A toronyból leejtett kőnek külső hatóok közreműködésének eredményeként előbb vízszintesen kell mozognia, de abban a pillanatban, hogy elengedjük, megszűnik a vízszintes kényszermozgást kiváltó hatóok, működésbe lép a kőben rejlő, s eddig a külső kényszerítő erő által elnyomott természetes törekvés, s ezzel új irányú mozgás kezdődik, a függőleges természetes mozgás. Azt, hogy az arisztotelianus fizika hogyan képzelte el a kétféle mozgás kapcsolatát, jól szemlélteti a következő ábra:



Ismeretlen művész 1561-ben publikált fametszete, mely Novimagus (Daniel Santbech) 1561-ben kiadott *Problematum astronomicorum et geometricorum sectiones septem c.* művében jelent meg (URL 1). (Az ágyúgolyó egy darabig ferde irányú kényszerített mozgást végez, majd hirtelen átvált függőleges irányú természetes mozgásra. Az ábrázolás azt szemlélteti, hogy az arisztotelészi fizika által előírt háromszög segítségével többé-kevésbé pontosan kiszámítható az ágyúcső beállításának szöge és a becsapódás ebből következő helye.)

Aki ebben a keretben *összetett mozgásról* próbál beszélni, az fogalmi ellentmondásokba bonyolódik, melyek következtében leírása abszurd lesz. Galilei azonban, ahogy a „mozgás”, úgy az okság arisztotelészi fogalmait is lecserélte: nem tett különbséget a cél- és hatóokok között, s ennek megfelelően, nem tekintette különbözőnek a természetes és kényszerített mozgást.

Az arisztotelészi fizika mozgással kapcsolatos fogalmainak ez az átalakítása lehetővé tette, hogy Galilei a hagyományos fogalmi keretben szükségszerűnek látszótól eltérő módon, s a Föld forgásával összhangban értelmezhesse, mi törté-

nik a toronyból leejtett kővel. A toronnyal s az annak erkélyén álló emberrel együtt, a kezében lévő kő is részt vesz a Föld forgásában. E vízszintes irányú mozgás nem *esemény*, hanem *állapot*, melynek fennmaradásához nincs szükség okra, vagyis azután is fennmarad, hogy a követ elengedjük. Ugyanakkor, a függeszítés megszűnésével kialakul egy, a kő súlya által előidézett, lefelé irányuló mozgás is (ennek pontos okáról Galilei nem beszél, ezt magától értetődőnek veszi). Ezzel a már fennálló mozgásállapot nem szűnik meg, hanem, mivel a már folyamatban levőhöz egy lefelé irányuló mozgás is adódik, annak iránya és sebessége módosul. A vízszintes irányú, egyenletes, és a függőleges irányú, egyenletesen gyorsuló mozgás kombinálódása összetett mozgást eredményez, melynek sebessége és iránya a vízszintes és függőleges mozgás eredője. Ennek köszönhető, hogy ha a Föld forog, s vele a torony elmozdul kelet felé, a zuhanó kő is mozog ugyanebbe az irányba is, ezért nem a toronytól nyugatra, hanem a torony lábánál ér földet, ugyanúgy, mint ha a Föld mozdulatlan lenne. A különbség az, hogy az út, melyet az erkélytől e pontig megtesz, nem függőleges egyenes lesz, hanem a vízszintes és függőleges mozgás kombinálódásából létrejövő parabola (Galilei [1632/1983]: 133. sk. – vö. Drake [1973]; Naylor [1980]).

Ha így van, akkor a régi toronyargumentum nem bizonyítja a Föld mozdulatlanságát, azaz ugyanúgy nem szól a kopernikuszi elmélet ellen, ahogyan a Mars és a Vénusz látszólagos nagyságának változatlansága sem. Persze ahhoz, hogy a toronyargumentum analóg legyen a Mars és Vénusz nagyságának megfigyelésével, a hibás észlelés (ti. az, hogy a zuhanást függőlegesnek látjuk) okának magyarázata mellett itt is szükséges hozzáférhetővé tenni a köznapi tapasztalat számára meg nem mutatkozó valóságot, hiszen a tapasztalatra alapozó arisztotelészi fizikával aligha lehetne tisztán a priori érvekkel vitába szállni. De láthatóvá tehetette-e Galilei a zuhanó kő parabolapályáját? Legalábbis érdekes kísérletet tett erre.

Salviati (azaz maga Galilei) a *Párbeszéd*ek egy pontján a következő kérdést teszi fel: „ha valaki Arisztotelésztől vagy Ptolemaiosztól el akarta volna vitatni, hogy a szabadon eső súlyos testek merőleges egyenes mentén érik el a Földet, azaz a középpont felé irányuló egyenes mentén esnek, *milyen segédeszközöket használt volna fel a bizonyításhoz?*” Az arisztotelianus fizikát védő Simplicio, akihez a kérdést intézte, habozás nélkül vágja rá az akkor helyesnek számító választ: „Az *érzékelést*, mely *arra tanít*, hogy a torony egyenes és merőleges, és amely *megmutatja*, hogy a leejtett kő szorosan mellette halad, anélkül,



hogy hajszalnyit is eltérne egyik vagy másik irányba, és a torony lábához érkezik, pontosan az alatt a hely alatt, ahonnan leejtették” (Galilei [1632/1983]: 132. – kiemelések tőlem L. J.). Galilei egyetért a segédeszköz megválasztásával, de egészen mást gondol arról, „mire tanít” vagy „mit mutat meg” az érzékelés. Itt is azt a stratégiát alkalmazza, mint a Vénusz és Mars megfigyelésénél: *beleavatkozik a tapasztalat kialakulásának folyamatába*. Ahogy a lencsével eltérített fénykorpuszculák esetében, itt is azt demonstrálja, hogy a *common sense* tapasztalat látszatvilágot tár elénk, de alkalmasan megválasztott fizikai eszköz segítségével ez az illúzió is megszüntethető. Ahogy a csillagászati megfigyeléseknél, ezúttal is két lépésben oldja meg a maga elé tűzött feladatot.

- 1) Kauzális magyarázatot ad arra, miért nem látjuk, hogy a toronyból leeső kő parabolapályát követ.
- 2) Analóg fizikai kísérletekkel megmutatja, hogy amennyiben egy – a földhöz képest – vízszintes sebességkomponessel rendelkező tárgy zuhanni kezd, annak pályája *látható, megfigyelhető módon* nem függőleges, hanem parabolikus lesz.

Ami az első kérdést illeti, a kiindulópont ezúttal is a korpuszkuláris észleléselemlet. A zuhanó követ azért látjuk egyáltalán, mert kis fényrészecskék érkeznek róla a szemünkbe, de (csakúgy, mint a Mars és Vénusz mérete esetében) a részecskék és a szem közötti interakció fizikai sajátossága következtében, a kő pályáját nem észleljük veridikusan. Galilei egyik fontos (bár nem előzmények nélküli) fizikai felfedezése a mechanikai mozgás relativitása, azaz, hogy a testek mozgását mindig más testekhez viszonyítjuk. Érvényes ez a fényrészecskékre és a szemre is, s ennek következménye, hogy a szemünkhöz ütődő részecskék nem a zuhanó kő tényleges mozgását mutatják meg. Ugyanis, ha a Föld forgása következtében a zuhanó kő vízszintes egyenes mozgást is végez, akkor ugyanilyen irányú és sebességű mozgást végez minden más földi test, köztük a fényrészecskék és az emberi szem is. Vagyis, a zuhanó kő a szemhez képest vízszintesen nem mozog, következtetésképp a róla érkező korpuszculák beesési szöge a szemnél nem változik, ezért e mozgás nem is látható: „mozgás csak olyan dolgokhoz viszonyítottan létezik, s csak olyan dolgokra hat mozgásként, melyek e mozgásban nem osztoznak. Azonban az olyan dolgokra, melyek a mozgásban ugyanúgy részt vesznek, nincs hatása, s olyan, mintha nem is létezne” (Galilei [1632/1967]: 116.).

A zuhanó kő összetett mozgásának vízszintes összetevőjét tehát a szem fizikai okokból – mint az előbb láttuk, a mozgás Galilei-féle relativitásának következtében – nem észleli, viszont a kő függőleges mozgásában a szem nem vesz részt, a testről érkező korpuzszkulák beesési szöge itt változik, ezért ez a mozgás látható marad. Galilei szerint így áll elő az a helyzet, hogy egy ténylegesen kombinált mozgást pusztán az észlelés fizikai körülményeiből következően, mindig és mindenki, aki a világegyetem teréhez képest mozgásban van, mozgásállapotának függvényében másmilyennek lát, mint amilyen az a valóságban. Ezzel megvan magyarázata a perceptuális illúzió létrejöttére, mely tisztán fizikai: egyáltalán nem arról van szó, hogy – mivel megfigyeléseit eltérő elmélet összefüggésébe ágyazva értelmezi – az arisztotelianus és galileánus fizikus *másként észlelné* a zuhanó követ (Feyerabend [1970]). Mindketten függőlegesnek látják a kő esését, vagyis a helyzet pontosan olyan, amilyenként az efféle helyzeteket Fodor leírja: normál körülmények között, az észlelet változatlan marad, attól függetlenül, hogy az elmélet alapvetően megváltozott (Fodor, J. [1984]). Ugyanebben a tónusban jelenti ki Salviati is: „[...]sosem láttam, s *nem hiszem, hogy valaha látni fogok* nem függőlegesen zuhanó követ, s azt hiszem, mindenki más is így látja” (Galilei [1632/1967]: 256. – kiem. L. J.).

Galilei állítása az, hogy észlelésünk, elfogadott elméleteinktől függetlenül, mindig becsap bennünket, sohasem mutatja az igazságot (ti. hogy a kő valójában nem függőlegesen zuhan). Mindazonáltal, nem mond le teljesen a tapasztalati bizonyításról, hanem a tapasztalat újrakonstruálásának lehetőségét keresi. Fontos, hogy a tapasztalati alátámaszthatatlansággal kapcsolatban „normál körülményekről” van szó, olyanokról, melyek között az arisztotelészi fizika spontán módon leszűrődő premisszái jönnek létre. Ilyen körülményekre értve igaz Galilei állítása, hogy a követ mindig függőlegesen zuhanónak fogja látni. Azonban, mint fentebb láttuk, észrevette, hogy a köznapi észlelés számára gyakran rejtve maradnak azok a jelenségek, melyek rendkívüli vagy mesterségesen előállított körülmények között esetleg megmutatkoznak. Nem ritkán hivatkozik ezért rendkívüli, a „normál körülmények” között létező köznapi ember számára sohasem mutató tapaszlatokra.

Például, annak a köznapi tapasztalat által látszólag igazolt, fontos arisztotelészi tételnek, miszerint a nehezebb testek gyorsabban esnek, mint a könnyebbek, kidolgozta egy tisztán gondolat kísérlet (a két különböző súlyú, egymással összeláncolt kő) általi cáfolatát (Galilei [1638/1986]: 78. sk.), de kiegészítette ezt

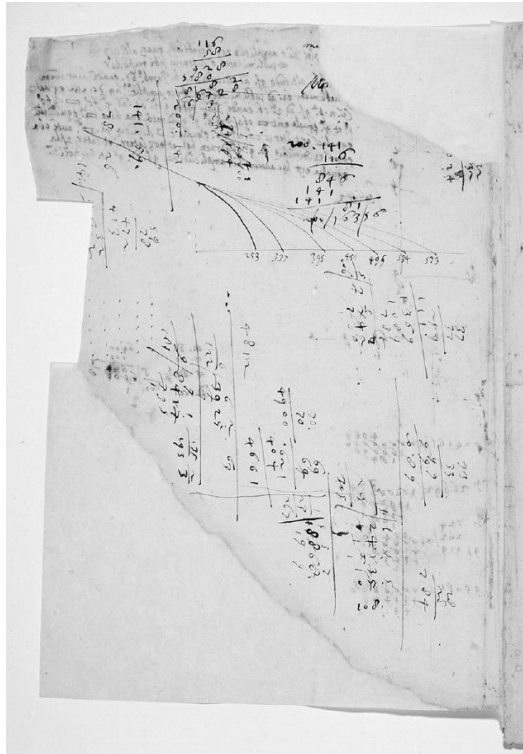
annak kvázi-empirikus bizonyításával, hogyan zuhannak a testek akkor, ha mozgásukat nem torzítja a közegellenállás akcidentális hatása, azaz, hogyan zuhannak vákuumban. Mivel akkoriban még nem tudtak tökéletes vákuumot előállítani, így tényleges tapasztalata senkinek sem lehetett arról, mi történik, úgy tűnhetett, ez a kérdés empirikus érvekkel nem is tárgyalható. Galilei azonban előállított egy eszközt: sorra megvizsgálta, milyen sebességgel zuhannak a különböző súlyú testek különböző közegekben, melyeket sűrűségük szerinti sorba rendezett (higany – édesvíz – tengervíz – levegő). Megállapította, hogy a közeg sűrűségének csökkenésével az eltérő súlyú testek zuhanási sebességének különbözősége folyamatosan csökken, s ennek alapján megalapozottnak látta a megfigyelési sornak egy következtetéssel való folytatását: amennyiben a testek vákuumban esnének, azaz „a közeg ellenállását teljesen megszüntetnénk, minden test azonos sebességgel zuhanna” (Galilei [1638/1986]: 87.). Az „eszköz”, melyet Galilei használt, részben fizikai, részben gondolati, az előállított adatok túlnyomórészt empirikusak, s tökéletesen plauzibilissé teszik a konklúziót, azaz a Galilei antiarisztotelianizmusa szempontjából döntő megállapítást, mely közvetlen tapasztalattal nem igazolható, mégis megfigyelések által megalapozott.

Lássuk ezek után, hogyan állítja elő Galilei a toronyból zuhanó kő tényleges mozgását analogikus úton megmutató, veridikus tapasztalatot. A mozgás vízszintes összetevője azáltal válna láthatóvá, ha képesek lennénk a zuhanó kő és a szem vízszintes mozgásának sebességét különbözővé tenni. Galilei írásaiban két olyan analóg szituáció bukkan föl, ahol a vízszintes mozgással is rendelkező zuhanó test parabolikus pályája ténylegesen is látható:

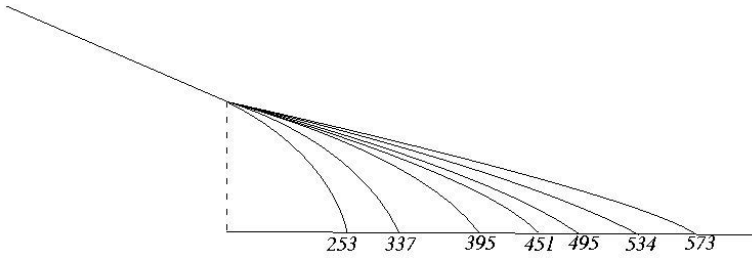
Az egyik szerint lehetséges lenne a fix helyen álló tornyot egy gyorsan sikló hajó árbócával helyettesíteni. Ezt a példát azonban csak arra használja, amire az ókor óta szokás, nevezetesen, annak megvitatására, hogy az árbócosárból leejtett kő csak akkor esik-e az árbóc tövéhez, ha a hajó nyugalomban van, avagy akkor is, ha mozog. A gondolatmenet eredménye itt is az, hogy mindkét esetben ugyanoda esik, így ez nem teszi lehetővé annak eldöntését, mozog-e a hajó. Ha a példát Galilei úgy konstruálná meg, hogy a megfigyelő a partról nézi az eső követ, lenne a szeme és az árbóc vízszintes irányú mozgásának sebessége között különbség, mivel ekkor az árbócosárból leeső kőnek a Föld forgásából adódó vízszintes irányú tehetetlenségi mozgásához hozzáadódna a hajó mozgása, vagyis a parton álló megfigyelőnek a csak a Föld forgásával mozgó szeméhez képest a kő vízszintes irányban elmozdulna. Természetesen, ilyen rövid pályán, szabad szem-

mel ez az elmozdulás nem érzékelhető, láthatóvá tételéhez lassított filmre lett volna szükség, de a XVII. században ez nem állt rendelkezésre.

Azaz, Galilei voltaképpen mégis valami ilyesmivel állt elő már 1608–1609 táján. Erre az időszakra datált kézírataiban felbukkant az az ötlet, hogy a toronyargumentumot és a ferde hajítás problémáját (ágyú) egyesíteni lehet. A gondolat ugyanaz, mint a torony – árbóc-helyettesítésnél: a zuhanó testnek a szemmel azonos irányú tehetetlenségi mozgását valamiképp meg kell növelni, hogy láthatóvá váljék. 1608–1609-es kísérletei során Galilei ehhez a következő berendezést használta: lejtőt állított egy asztal szélére úgy, hogy a leguruló golyó a lejtő végén minden átmenet nélkül hirtelen szabadesésbe kezdjen. Szerkezete valahogy így nézett ki:



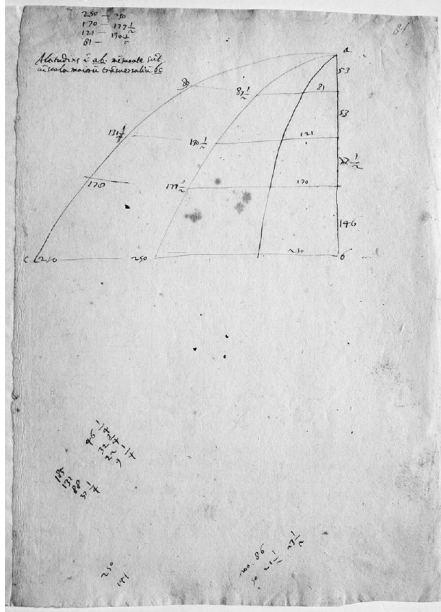
Az ábra Galilei vegyes kézíratait tartalmazó (MS. Gal. 72.) kódex 114. lapjának verzóját mutatja. A szöveges és rajzos vázlatokat, valamint számításokat tartalmazó kézíratok Galilei (és két tanítványa) kézírásával íródtak, s pontosan nem datálhatók. URL 2



A 4. ábrán szereplő hevenyészett rajz kinagyítva.

E berendezés segítségével Galilei elérte, hogy – a toronyból leejtett kővel ellentétben – a lejtőn legurulva felgyorsuló golyó a Föld forgásából származó tehetetlenségi mozgásánál nagyobb vízszintes sebességkomponenssel zuhanjon az asztal széléről. Önmagában ez még csak ahhoz lett volna elég, hogy ugyanazt lássa, mint a kilőtt ágyúgolyónál, ti. hogy a golyó pályája valamilyen görbe. Ahhoz, hogy a görbét pontosan meghatározza, meg kellett mondania, hogy a zuhanás bármely pillanatában a tér mely pontján tartózkodik a golyó, azaz, egy függvényt kellett megadnia, melyet a függőleges zuhanással és a vízszintes haladással megtett utak rendezett párjai határoznak meg.

Célja azonban nem csupán egy matematikai probléma megoldása volt, hanem az is, hogy a pályát ténylegesen láthatóvá tegye. Ezt a következőképpen érte el: az asztal elé, a földre egy deszkát fektetett, mely függőlegesen elmozdítható volt (vö. Naylor [1973]; Hill [1988]). A deszkát nedves agyaggal vagy papírral vontába, előbbin közvetlenül, utóbbin akkor hagyott nyomot a ráeső golyó, ha azt előtte festékbe mártotta. Ezután a golyót a lejtőn újra meg újra legurítva, az így előkészített deszkát különböző magasságokban rögzítette, s hagyta, hogy a zuhanó golyó ráessen. Így elérte, hogy szemmel látható nyomok mutassák, adott függőleges zuhanáshoz mekkora vízszintes elmozdulás tartozik, vagyis kimerevítette a golyó térbeli zuhanásának tetszőleges pontjait. A jelekhez tartozó függőleges és vízszintes távolságokat a két tengelyen kimérte, majd kétdimenziós ábrán is megjelenítette.



Az ábra az MS. Gal. 72. 81. lapjának rektóját mutatja. URL 3

Vegyük észre, hogy a lejtőből, asztalból és agyaggal bevont deszkából összeállított eszköz egy térbeli kartézianus koordinátarendszert<sup>6</sup> adott, mely nem szimbolizálta vagy modellezte csupán a szabadesést, hanem képes volt a tényleges folyamatot a tapasztalat számára megjeleníteni: a koordinátarendszer pontjainak sorozataként szó szerint láthatóvá vált a zuhanó golyó parabolapályája. Galilei ezzel a szabad szemmel látott mozgás végtelen lassításának lehetőségét teremtette meg: a mozgóképet állóképek sorozatára vezette vissza, mindenki számára nyilvánvalóvá téve így, milyen elemekből keletkezik az a mozgókép által keltett illúzió, hogy a toronyból a golyó függőlegesen zuhan. Innen már csak két egyszerű lépés lenne a konklúzió:

<sup>6</sup> Descartes csak az 1630-as évek második felében dolgozta ki a koordinátarendszerét, de nem érdemes itt prioritásról beszélni. Okkal feltételezhető, hogy Galilei Oresme és a Merton Calculators módszerét vette alapul (ők az időt ábrázolták a vízszintes, s a sebességet/vagy más kvalitás intenzitását a függőleges tengelyen), (vö. Clagett [1968]: 163–214.).

- 1) A tehetetlenségi mozgás létezését (Galilei téves magyarázata szerint) az ár-apály jelenségben naponta természetes körülmények között tapasztaljuk. Mivel a toronyból leejtett kő ugyanolyan fizikai test, mint a víz, s a természetes körülmények is ugyanazok, e kő nyilván úgy viselkedik a természetben, mint az asztal széléről előzetes gyorsítást követően zuhanó golyó, azaz
- 2) a toronyargumentum a Föld forgása mellett, nem ellene szól.

Ezt a konklúziót azonban Galilei nem explikálta, hiszen *pro forma* nem Kopernikus mellett érvelt, csupán a tényeket vette számba, mi szól az egyik, s mi a másik nagy világrendszer mellett. Az érvek összevetésének eredménye azonban – mint az inkvizíció ítélete mutatja – a kortársak számára nyilvánvaló volt.

### *Konklúzió*

A XVII. század elején magától értetődőnek számító arisztotelianus természetfilozófia kritériumrendszerének és fogalomkészletének elfogadása mellett Kopernikus heliocentrikus kozmológiája nem minden alap nélkül minősült abszurd elképzelésnek. A fentiekben azt igyekeztem megmutatni, hogy a tudomány akkor érvényesnek tekintett, a természet „első elveinek” ismeretét feltételező deduktív-axiomatikus modellje a tapasztalat köznapi fogalmára épült. Arisztotelész szerint az egyedi észleletekből a lélek spontán és nem tudatos feldolgozási folyamata képez tapasztalatokat, melyekben minden szándékolt beavatkozás nélkül, mintegy intuitíve feltárulnak a természet princípiumai, melyek aztán a tudomány demonstratív szillogizmusainak premisszáiként szolgálnak. E premisszákból deduktíve következett, hogy a Földnek a kozmosz középpontjában kell lennie, s mozgása kauzálisan kizárt. Galileinek a kopernikánus kozmológia melletti érvelése a vitakérdés alapjáig hatolt azáltal, hogy nem egyszerűen a premisszák vagy az azokból származó konklúziók ellen irányult, hanem a premisszákat előállító tapasztalás filozófiai koncepcióját támadta meg. Nem direkt módon az elfogadott első elveket vitatta, hanem az azok előállításához használatos ismeretelméleti előfeltételeket vonta kétségbe, elsőik között téve éles különbséget a *világ manifest és tudományos képe* között (Sellars [1960/1963]).

Annak megmutatása érdekében, hogy a mozgás állapot, s nem esemény, mely kiváltó és fenntartó okok nélkül nem állhat fenn, vagy hogy a Hold feletti és Hold alatti világ anyaga és törvényszerűségei nem különböznek alapvetően, Galilei a tapasztalat fogalmának átértelmezését hajtotta végre. Észrevette, hogy a „normál tapasztalat” gyakran fizikai okokból torzít, s ezt a torzítást egyáltalán nem korrigálja az a pszichológiai tény, hogy az ismétlődő észleletek lerakódnak a memóriában, se az, hogy az egyéni észleleteket mások észleleteivel szembeítjük, mert egyik sem *korrekciót*, épp ellenkezőleg, *megegyesítést* eredményez. Ezért a fizikai jelenségek értelmezéséhez használatos fogalmi eszközrendszer átalakításával és az észlelés szikár fizikalista koncepciójának kidolgozásával megmutatta, hogy a természet deduktív megismerésének alapjait biztosító tapasztalatok konstruálása a tudományban nem szükségképpen a köznapival azonos pszichológiai, inkább a *common sense* számára hozzáférhetetlen jelenségeket észlelhetővé tevő, *instrumentalista-intervencionista* folyamat. A tudomány fogalmi keretének átalakításával elgondolhatóvá, a tapasztalás új módjának kialakításával pedig érzékelhetővé tette a világ eladdig elgondolhatatlan és érzékelhetetlen, ezért abszurdnak tűnő aspektusait.

### *Irodalom*

- Arisztotelész (é. n.): „A lélek, ford. Steiger Kornél. In Arisztotelész: *Lélekfilozófiai írások*. Budapest, Európa Könyvkiadó.
- Arisztotelész Mfiz: *Metaphysica*. Ford. W. D. Ross. (számos kiadás)
- Arisztotelész APri: *Analytica Priora*. Ford. A. J. Jenkinson. (számos kiadás)
- Arisztotelész APost: *Analytica Posteriora*. Ford. G. R. G. Mure. (számos kiadás)
- Clagett, M. (1968): *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions*. Madison, Wisconsin University Press.
- Drake, S. (1973): „Galileo Gleanings XXII: Galileo’s Experimental Confirmation of Horizontal Inertia: Unpublished Manuscripts”, *Isis* 64. 291–305.
- Drake, S. – C. D. O’Malley (ford.) (1960): *The Controversy on the Comets of 1618, Galileo Galilei, Horatio Grassi, Mario Guiducci, Johann Kepler*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.



- Feyerabend, P. (1970): „Problems of Empiricism II.” In Colodny, R. (szerk.): *The Nature and Function of Scientific Theory*. Pittsburgh, University of Pittsburgh. 275–353.
- Finocchiaro, M. A. (szerk.) (1989): *The Galileo Affair. A Documentary History*. Berkely – Los Angeles – London, University of California Press.
- Finocchiaro, M. A. (szerk.) (2008): *The Essential Galileo*. Indianapolis – Cambridge, Hackett Publishing Co.
- Fodor, J. (1984): „Observation Reconsidered”, *Philosophy of Science*. 51/1. 23–43.
- Galilei, G. (1610/2004): *Siderius Nuncius*. Ford. E. S. Carlos, a fordítást az eredetivel egybevetette P. Barker. Oklahoma City, Byzantium Press.
- Galilei, G. (1623/2008): „The Assayer.” Ford. M. A. Finocchiaro. In Finocchiaro (2008): 179–189.
- Galilei, G. (1632/1967): *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems – Ptolemaic & Copernican*. Ford. S. Drake. Berkeley – Los Angeles, University of California Press.
- Galilei, G. (1632/1983): *Párbeszéd a két legnagyobb világrendszeréről, a ptolemaiosziról és kopernikusziról*. Ford. M. Zemplén Jolán. Bukarest, Kriterion Könyvkiadó.
- Galilei, G. (1638/1986): *Matematikai érvelések és bizonyítások két új tudományág, a mechanika és a mozgások köréből*. Ford. Dávid G. Budapest, Európa Könyvkiadó.
- Grassi, H. (1618/1960): „On the Three Comets of the Year 1618.” Ford. O’Malley. In Drake – O’Malley (1960): 3–19.
- Hill, D. K. (1988): „Dissecting Trajectories. Galileo’s Early Experiments on Projectile Motion and the Law of Fall”, *Isis*, 79/4. 646–668.
- Inkvizíció (1616/1989a): „The Earlier Inquisition Proceedings (1615–1616)” – „Consultants’ Report on Copernicanism (24 February, 1616).” In Finocchiaro (1989): 146.
- Inkvizíció (1616/1989b): „Inquisition Minutes” – „Special Injunction (26 February 1616).” In Finocchiaro (1989): 148.
- Naylor, R. H. (1973): „Galileo and the Problem of Free Fall”, *Brit. J. Hist. Sci.*, 7/ 2. 105–134.
- Naylor, R. H. (1980): „Galileo’s Theory of Projectal Motion”, *Isis* 71. 550–570.

Sellars, W. (1960/1963): „Philosophy and the scientific image of man.” In W. Sellars: *Empiricism and the Philosophy of Mind*. London, Routledge & Kegan Paul Ltd. 1–40.

URL 1 [http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHOdocuView?url=/permanent/archimedes\\_repository/large/santb\\_probl\\_503\\_la\\_1651/index.meta&start=241&pn=246](http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHOdocuView?url=/permanent/archimedes_repository/large/santb_probl_503_la_1651/index.meta&start=241&pn=246)

URL 2 [www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo\\_Prototype/HTML/F114\\_V/M114\\_V.HTM](http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo_Prototype/HTML/F114_V/M114_V.HTM)

URL 3 [www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo\\_Prototype/HTML/F081\\_R.HTM](http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo_Prototype/HTML/F081_R.HTM)



## II. János Pál pápa a Galilei-ügyről

A kötet bevezetésében már említettük, hogy 2014-ben volt 500 éves az a följegyzés, amely a ránk maradt dokumentumok közül elsőként utal Kopernikusz *Commentariolus* című művére. Ez évben – tehát 2016-ban – szintén jelentős évfordulóhoz érkeztünk: miközben a kopernikuszi elmélettel mint hipotézissel való foglalkozást az egyház nem tiltotta meg, az inkvizíció megbízásából éppen négy évszázaddal ezelőtt figyelmeztette Bellarmino bíboros Galileit hivatalosan arra, hogy nem hirdetheti fizikai valóságként a Föld mozgását.

Ezzel kapcsolatosan igen fontos, hogy a közkeletű elképzeléssel szemben 1615. decemberében nem az inkvizíció szólította Rómába Galileit, hanem – befolyásos római barátai tanácsának ellenére – önszántából utazott oda, hogy ott a római előkelőségeket és az egyházi vezetőket meggyőzze Kopernikusz igazáról. Ennek során pedig egyáltalában nem börtönben, hanem előkelő ismerőseinek palotáiban tartózkodott. Római tartózkodása és élénk kopernikánus propagandája ugyanakkor minden bizonnyal szerepet játszott abban, hogy ügyének a korábbi följelentések nyomán kezdődött, de csak vontatottan haladó vizsgálata komolyra fordult. A bíborosok még így is viszonylag enyhe szankció, a tudós szóbeli figyelmeztetése mellett döntöttek, ítélet jellegű határozat nem született ellene.

Ami az ügy tárgybeli részét illeti, mint amiképpen többek között a jelen kötetből is kiderül, a neves itáliai fizikus idejében még nem voltak perdöntő fizikai bizonyítékok Kopernikusz elméletének igazsága mellett. S ezt maga Galilei is közvetetten elismerte, amikor egy olyan árapályelmélettel próbálta meg megvédeni Kopernikusz igazát, amely már akkor sem volt igazán meggyőző, a mai tudomány szempontjából pedig kifejezetten hamis.

Tekintettel a 400 éves évfordulóra, valamint II. János Pál elemzésének filozófiai vonatkozásaira, kötetünk függelékeként közöljük a lengyel pápa Galileivel foglalkozó, 1992-ben elmondott beszédének magyar fordítását. E beszédben nem az az érdekes elsősorban, hogy benne a pápa bocsánatot kér Galilei elítéléséért (ezt az egyház, ha nem is ily nyilvánvaló módon, de különböző közvetett formák-

ban már korábban megtette), hanem az az árnyalt, a tudományfilozófia legújabb eredményeit is figyelembe vevő kifinomult elemzés, amivel tárgyához közelít. Ennek nyomán elemzése nem csupán a vallás és a szaktudományok viszonyára, hanem általában, a filozófia és a szaktudományok kapcsolatára is érvényes.

Ami Galileit illeti: a pápai beszéd megfordítja ügyének hagyományos megközelítését. Ezen utóbbi szerint ugyanis Galileinek igaza volt a természettudomány területén, de hibázott, amikor Kopernikusz védelmében teológiával és a Biblia értelmezésével kezdett el foglalkozni, hiszen e területen nem ő, hanem az egyházi teológusok voltak jártasak. II. János Pál – a legújabb tudománytörténeti és tudományfilozófiai kutatásokkal összhangban – viszont amellett érvel, hogy a természettudományban Galileivel szemben Bellarmino bíboros álláspontja volt helyes, amennyiben az utóbbi nem utasította eleve el Kopernikusz elméletét, hanem csak arra mutatott rá, hogy az akkor még csupán kellően nem bizonyított, vitatható hipotézis volt. Galileit ugyanakkor a korabeli teológusokkal szemben a pápa éppen teológiai nézeteiért méltatja, és követendő példaként állítja korunk teológusai elé. A beszéd szokványos olvasata, amely elsősorban az önkritikát látja – vagy éppen az önkritika kellő mélységét hiányolja – benne, nem figyelt még föl kellően e sajátosságra: arra, hogy benne II. János Pál mintegy inverzére fordítja a Galilei-ügy hagyományos megítélését.

Ugyanakkor nem hallgathatjuk el azt sem, hogy a beszédben II. János Pál még csak jelzésszerűen sem tér ki arra, hogy ez ügyben – mint amiképpen Giordano Bruno esetében is – másodlagos, hogy kinek volt igaza és ki tévedett: az alapprobléma az erőszak alkalmazása, a vélemények, gondolatok erőszakos, hatalmi eszközökkel való tiltása, korlátozása. Persze anakronizmus volna négyszáz év távlatából számon kérni az akkori egyháztól a szólásszabadság mai eszméjét, és a pápa egy másik alkalommal egyébként is bocsánatot kért az inkvizíció valamennyi áldozatáért. Ezzel együtt ott, ahol magától értődő természetességgel hivatkozik a tudomány autonómiájára, hiányát érezzük annak, hogy egy rövid utalás erejéig sem érinti a Galilei-ügy e mélyebb dimenzióját. Ez persze semmit sem von le a beszéd értékéből, gazdag filozófiai tartalmából: abból, hogy benne a katolikus egyházfő egyidejűleg hangsúlyozza a részterületek tudományainak kulturális és erkölcsi kontextusát és filozófiai határait, valamint a tudomány szuverenitását és a kutatásnak az erkölcsi korlátokon belüli szabadságát.

*Székely László*

## II. János Pál pápa beszéde

1992. október 31-én a Pápai Tudományos Akadémián<sup>1</sup>

Bíboros Urak,  
Excellenciás Urak,  
Hölgyeim és Uraim!

1. A Pápai Tudományos Akadémia plenáris ülésének zárása örömteli alkalmat ad arra, hogy legfontosabb munkatársaim, valamint a Szentszéknél akkreditált diplomáciai testületek vezetőinek jelenlétében találkozzam az Akadémia tiszteletre méltó tagjaival. Szeretettel köszöntök mindenkit.

Ebben az órában gondolok egyúttal Marini-Bettola professzorra is, aki betegsége miatt nem lehet közöttünk. Szívből kívánok neki minden jót, mielőbbi gyógyulást, és biztosítom imáimról.

Köszöntöm továbbá mindazokat, akik első alkalommal vesznek részt az Akadémia ülésén. Köszönöm nekik, hogy vállalták, hogy szaktudásukkal hozzájárulnak az Akadémia munkájához.

Örömmel köszöntöm egyúttal az itt jelenlevő Adi Shamir professzor urat, a rehevoti Wizmann Intézet (Izrael) professzorát, akinek az Akadémia a XI. Piusz Aranyérmel adományozta. Szívből kívánok neki minden jót.

Figyelmünk ma két téma felé fordul. Az imént szakszerű előadásokat hallottunk róluk; köszönöm Paul Poupard bíboros úr, valamint George Coyne atya beszámolót.

---

<sup>1</sup> A beszéd eredetileg francia nyelven jelent meg a *L'Osservatore Romano* 1992. november 1-jei számában, majd hivatalos német fordításban a lap német változatának 1992. november 13-i kiadásában (9–10.) Az itt közölt magyar nyelvű fordítást a *Pannonhalmi Szemle* „Mindenség” című tematikus számából vettük át (XIV. kötet/2006. 4. szám, 5–12.). *A szerkesztők ez úton mondanak köszönetet a Szemlének, hogy engedélyezte az újraközlést.*

## I.

2. Első helyen elismerésemet szeretném kifejezni a Pápai Tudományos Akadémiának amiatt, hogy plenáris ülésének témájaként egy éppoly fontos, mint időszzerű témát választott: jelesül a matematika, fizika, kémia és biológia tudományterületén jelen levő komplexitást.

A komplex viszonyok témaköre a természettudományok történetében föltehetőleg éppoly fontos fejezetet jelent, mint az a szakasz, amely Galileo Galilei nevéhez kapcsolódik. Az ő idejében erős volt a meggyőződés, hogy a világ magyarázatára modellt kell felállítani. A komplex viszonyok ugyanakkor éppen arra mutatnak rá, hogy amennyiben tekintettel kívánunk lenni a valóság gazdagságára, akkor szükségszerűen modellek sokaságát kell igénybe vennünk.

Ez a megállapítás felvet egy további, természettudósokat, filozófusokat és teológusokat egyaránt megszólító kérdést. Miként lehet a világ magyarázatát – az elemi létformákból és jelenségekből kiindulva – annak a ténynek figyelembevételével összekötni, hogy „az egész több mint részeinek összessége”?

Ha egy tudós szigorúan és formálisan kívánja leírni a tapasztalati tényeket, egyenesen kényszerítve van arra, hogy a szigorú értelemben vett tudományon túli fogalmakhoz nyúljon vissza, amelyeknek felhasználását saját eljárás módjának mintegy belső logikája kívánja meg. Természetesen szükséges az, hogy e fogalmak természetét egzakt módon egyértelművé tegyék, hiszen egyébként olyan, a tárgyhöz nem illő határátlépésre kerülne sor, amely a szigorú értelemben vett tudományos felismeréseket összevegyíti valamilyen világnézettel, illetve ideológiai vagy filozófiai kijelentésekkel, amelyek semmiképpen nem tartoznak szigorúan azokhoz. E ponton ismételtén kiténik a filozófia fontossága, amelynek feladata, hogy számot vessen mind a jelenségekkel, mind pedig azok értelmezésével.

3. Gondoljunk például azoknak az új tudományos elméleteknek a kidolgozására, amelyek az életet hivatottak megmagyarázni. Szigorún módszertani szempontból nem lehet őket közvetlenül a tudomány egységes keretein belül értelmezni. Kivált, ha az emberi életet és az emberi agyat vizsgáljuk, nem mondhatjuk azt, hogy az itt felállított elméletek már önmagukban világos igent vagy nemet jelentenek a lélek létezésének kérdésére, de azt sem, hogy a teremtésről szóló tanítás bizonyítékát nyújtják – vagy éppen feleslegessé teszik azt.

Szükség van a további értelmezésre irányuló erőfeszítésekre. Éppen ebben áll a filozófia föladata: keresse a tudományok által összegyűjtött és elemzett tapasztalati

talatok, jelenségek átfogó értelmét. A mai kultúra szükségessé teszi az ismeretek szintézisére, illetve a tudás integrálására irányuló szakadatlan törekvést. Kétségtelen, hogy a kutatások specializálódásának szemmel látható eredményei vannak. Ám ha a tudás különböző szempontjainak figyelmes átgondolása révén nem jön létre valamiféle egyensúly, fennáll annak veszélye, hogy a „töredékek kultúráját” építjük föl, ami pedig ténylegesen egyenértékű lenne az igazi kultúra tagadásával. Az igazi kultúra ugyanis elképzelhetetlen emberség és bölcsesség nélkül.

## II.

4. Hasonló szándék vezetett, amikor 1979. november 10-én, az Albert Einstein születésének 100. évfordulója alkalmából rendezett ünnepségen ugyanezen Akadémia előtt annak a kívánságomnak adtam hangot, hogy „teológusok, tudósok és történészek az őszinte együttműködés lelkületével komolyan vizsgálják felül Galilei ügyét, és a jogtalanság őszinte elismerésével – bármely oldal követte is el azt – szüntessék meg azt a hit és tudomány, világ és egyház gyümölcsöző együttműködésével szembeni bizalmatlanságot, amelyet ez az esemény még mindig sokakban okoz.”<sup>2</sup> 1981. július 3-án létrejött a megfelelő tudományos bizottság. Most pedig, éppen Galilei halálának 350. évfordulóján ez a bizottság befejezte munkáját, és egy sor publikációt tesz közzé. Őszinte nagyrabecsülésemet fejezem ki Poupard bíborosnak azért, hogy a munka befejező szakaszában koordinálta a bizottság kutatási eredményeinek összefoglalását.

Egyben őszinte köszönetemet és hálámat fejezem ki minden szakembernek, aki részt vett ebben az interdiszciplináris kutatómunkában. Ez a több mint tíz éven keresztül végzett munka megfelel a II. vatikáni zsinat által megfogalmazott irányelveknek, s jobban megvilágítja a kérdés fontos pontjait. A jövőben nem lehet a bizottság eredményeit figyelmen kívül hagyni.

Talán csodálkoznak azon, hogy az akadémiai ülésszak végén, amelynek témája a különböző tudományterületek komplexitása volt, Galilei esetre térek vissza. Hát nem zárult már le régen ez az ügy, nem ismerték el az elkövetett tévedéseket?

<sup>2</sup> AAS (*Acta Apostolicae Sedes*) Vol. 71 (1979) 1464–1465.



Természetesen mindez megtörtént. Ám a Galilei-ügyben fölmerülő problémák egyaránt érintik a tudomány, valamint a hit hirdetésének természetét. Így nem zárhatjuk ki, hogy egy nap hasonló kihívás előtt találjuk magunkat, amely mindkét fél részéről megkívánja saját illetékességi körének, illetve saját határainak pontos ismeretét. A komplexitás témaköre egy ilyen helyzetben fontos útmutatással szolgálhatna.

5. Abban a vitában, amely Galilei személye körül bontakozott ki, kettős kérdésről volt szó.

Az első a Biblia értelmezésére és hermeneutikájára irányult. Két pontot szükséges itt hangsúlyoznunk. Mindenekelőtt Galilei – ellenfeleinek nagy többségéhez hasonlóan – nem tett különbséget a természeti jelenségek tudományos megközelítése és a természetre vonatkozó filozófiai megfontolások között, amelyeket pedig ezek általánosságban megkívánnának. Ezért utasította vissza, hogy – amint javasolták neki – a kopernikuszi rendszert hipotézisnek tekintse mindaddig, amíg cáfolhatatlan bizonyítékok alapján be nem igazolódik. Pedig éppen ez az eljárás volt egyik követelménye annak a kísérletező módszernek, amelyet ő dolgozott ki zseniálisan.

Továbbá Galilei korának kultúrája a geocentrikus világképet a Biblia tanításával teljesen megegyezőnek tartotta, hiszen a Biblia egyes kijelentései – szó szerint véve őket – úgy tűnik, alátámasztották a geocentrizmust. A probléma tehát, amelyet a kor tudósai megfogalmaztak, az volt, hogy a heliocentrikus világkép összeegyeztethető-e a Szentírással.

Így a tudomány a maga eszközeivel és előfeltételével, a kutatás szabadságával arra kényszerítette a teológusokat, hogy kritikusan rákérdessenek a Biblia értelmezésében alkalmazott szempontjaikra. Nagy részük erre nem volt képes.

Meglepő módon Galilei mint őszintén hívő ember ezen a ponton szélesebb látókörűnek bizonyult, mint teológus ellenfelei. Benedetto Castellinek így ír: „Ha már egyszer az Írás nem tévedhet, attól magyarázóí és értelmezői közül némelyek különböző módokon még tévedhetnek.”<sup>3</sup>

6. Ezen a ponton máris levonhatunk egy következtetést. Amikor megjelenik a természeti jelenségek tanulmányozásának újabb formája, szükségessé válik

<sup>3</sup> „Lettera del 21 dicembre a Benedetto Castelli.” In: *Le Opera di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale V. Szerk. A. Favaro. Firenze, Barbèra. 1968. 282. Ismert továbbá a Christine de Lorraine-hez írott levele (*Lettera a Christina di Lorena*), amely felér egy kisebb bibliai hermeneutikai értekezéssel (u.o. 307–348.).

a tudományterületek összességének tisztázása. Arra kényszerülnek, hogy pontosabban körülhatárolják saját érvényességi területüket, megközelítési módjaikat és módszereiket, továbbá következtetéseik pontos súlyát. Más szóval, az új tudományág minden diszciplínát arra kötelez, hogy tudatosítsa magában saját természetét.

A kopernikuszi rendszer által előidézett fordulat tehát szükségessé tette a bibliai tudományok helyzetére irányuló reflexiót, ami aztán bőséges gyümölcsöt hozott a későbbiekben a modern egzegézis számára, amelyeket a *Dei Verbum* szinati konstitúció megerősített és újabb impulzusokkal látott el.

7. Az a válság, amelyre az előbbiekben utaltam, nem az egyedüli tényező, amely hatással volt a Biblia értelmezésére. Itt érintjük a kérdés második, lelkipásztori szempontját. Sajátos küldetése következtében az Egyháznak kötelessége, hogy tekintettel legyen igehirdetésének lelkipásztori következményeire is. Mindenekelőtt egyértelművé kell tennünk: a tanításnak meg kell felelnie az igazságnak. Ezzel egyidejűleg azonban arra is képesnek kell lennünk, hogy tiszteletben tartsunk minden új tudományos fölismerést, még akkor is, ha azok látszólag ellentmondanak a hit igazságának. A kopernikuszi elmélet lelkipásztori megítélésének kialakítása annyiban volt nehéz, amennyiben a geocentrizmus látszólag a Szentírás tanításának elemét képezte. Szükség lett volna egyszersemind a gondolkodási szokások túlhaladására, és olyan pedagógia kialakítására, amely Isten népének segítségére lett volna. Általánosságban is megfogalmazhatjuk: a lelkipásztornak bátornak és merésznek kell lennie, és kerülnie kell mind a bizonytalankodó magatartást, mind pedig az elhamarkodott ítélezést, hiszen mindkettő súlyos károkat tud okozni.

8. Emlékezetbe idézhetünk itt egy másik krízist, amely sokban hasonlít a most tárgyalthoz. A múlt század végén s a mostani elején a történettudományok fejlődése a Biblia és a segédtudományok területén új felismeréseket tett lehetővé. A racionalista szövegkörnyezet azonban, amelyben ezeket az eredményeket bemutatták, azt a látszatot keltette, hogy e fölismerések károsak lehetnek a keresztény hit számára. Így sokan, akik a keresztény hitet védelmezni akarták, arra a következtetésre jutottak, hogy komolyan megalapozott történeti következtetéseket is el kell utasítaniuk. Ez azonban elhamarkodott és szerencsétlen döntés volt. Egy olyan úttörő munka, mint P. Lagrange-é, képes volt arra, hogy a szükséges megkülönböztetéseket biztos kritériumok alapján kínálja föl.

Itt újfent meg kell ismételnem a korábban mondottakat. A teológusok feladata, hogy rendszeresen tájékozódjanak a tudomány eredményeiről, hogy felülvizsgálják, nem szükséges-e ezeket a teológiai reflexióban figyelembe venniük vagy tanításukat másként megfogalmazniuk.

9. Ha a mai kultúrát a tudományba vetett feltétlen hit tendenciája jellemzi, akkor Galilei korának egységes kulturális horizontját egy sajátos filozófiai képzés határozta meg. A kultúrának ez az egységes mivolta, amely pedig önmagában ma is értékes és kívánatos volna, volt éppen Galilei elítélésének egyik oka. A teológusok többsége nem volt képes formálisan különbséget tenni a Szentírás, valamint annak értelmezése között, s ez arra vezette őket, hogy a tudományos kutatás egyik kérdését indokolatlanul a hittartalom szintéjére vigyék át.

Amint Poupard bíboros bemutatta, Bellarmin Róbert, aki fölismerete a vita valódi horderejét, a maga részéről azon a véleményen volt, hogy a Föld Nap körüli keringését esetlegesen alátámasztó tudományos bizonyítékok láttán ama „szentírási helyek magyarázatában, amelyek látszólag ellene szólnak” (ti. a Föld Nap körüli keringése ellen) óvatosnak kell lennünk és sokkal inkább „azt kellene mondanunk, hogy azt, amit igazolnak, mi nem kívánjuk tévesnek beállítani.”<sup>4</sup> Őt megelőzően ugyanezt a bölcsességet már Szent Ágoston is megfogalmazta: „Ha valaki a Szentírás tekintélyét egy világos és biztos bizonyíték ellenében kijátssza, abból hiányzik a helyes megértés és az igazsággal nem az Írás valós értelmét állítja szembe – hiszen azt nem volt képes fölfogni –, hanem a saját gondolatát. Tehát nem azt mutatja be, amit az Írásban talált, hanem azt, amit önmagában, úgy tüntetve föl, mintha az az Írásban állna.”<sup>5</sup> Száz évvel ezelőtt XIII. Leó pápa *Providentissimus Deus* kezdetű enciklikájában ismét föllevenítette ezt a gondolatot: „Mínthogy egy igazság nem mondhat ellent egy másik igazságnak, biztosak lehetünk abban, hogy vagy a Szentírás értelmezésébe vagy a másik vitatémába csúszott tévedés.”<sup>6</sup>

Poupard bíboros azt is bemutatta, hogy az 1633-ban hozott ítélet nem volt megmáshatatlán, s a folytatódó vita csak 1820-ban zárult azzal, hogy engedélyezték Settle kanonok művének megjelentetését.<sup>7</sup>

<sup>4</sup> „Lettera Padre.” A. Foscarini 12. ápril 1615. Le Opere di Galileo Galilei Vol. XII. 172.

<sup>5</sup> San Agostino: Epsist 143. No. 7. PL 33. col. 588.

<sup>6</sup> Leonis XIII. Pont. Max. Acta Vol. XIII. (1894) 361.

<sup>7</sup> V.ö. *Pontificia Academia Scientiarum Copernico, Galilei e la Chiesa. Fine della controversia*. (1820.) (A Szent Officium iratait W. Brandmüller és E. J. Greipl adta ki.) Firenze, Olschki. 1992.

10. A fölvilágosodástól fogva egészen napjainkig Galilei ügye körül egyfajta mítosz alakult ki, amelyben az eseményekről bemutatott kép meglehetősen messze esik a valóságtól. Ilyen perspektívából aztán a Galilei-ügy a tudományos haladás állítólagos egyházi elutasításának és az igazság felkutatásával szemben álló dogmatikus „obskurantizmus” szimbólumává vált. Ez a mítosz a kultúrában jelentős szerepet játszott, és hozzájárult ahhoz, hogy számos tudós jóhiszeműen arra a vélekedésre jutott, miszerint a tudomány szelleme és a kutatás etikája nem egyeztethető össze a keresztény hittel. Ezt a tragikus kölcsönös meg nem értést úgy állították be, mint a tudás és hit alapvető ellentétének következményét. A legújabb, tisztázó történeti kutatások nyomán megállapíthatjuk, hogy ez a fájdalmas félreértés időközben már a múlté.

11. Galilei esete örökké aktuális tanulságot hordozhat a ma és jövőben adódó hasonló helyzetek számára is.

Galilei idejében elképzelhetetlen volt egy abszolút vonatkoztatási pont nélküli világ. S minthogy az akkoriban ismert kozmosz szinte kizárólagosan a Naprendszerre korlátozódott, nem lehetett ezt a vonatkoztatási pontot másban, csak a Napban vagy a Földben föllelni. Ma, Einstein után és a kozmoszra vonatkozó ismereteink fényében e két vonatkoztatási pont egyike sem rendelkezik azzal a jelentőséggel, mint akkoriban. Ez a megállapítás természetesen nem érinti Galilei állásfoglalását a vitában, ugyanakkor rámutathat arra, hogy két egyértelmű és egymással ellentétes véleményen túl lehetséges egy átfogó látásmód, amely mindkét szempontot egyesíti és felülmúlja.

12. További tanulságul szolgálhat az a tény, hogy a különböző tudományágak különböző eljárás módokat igényelnek. Galilei, aki gyakorlatilag fölfedezte a kísérletező módszert, zseniális fizikusi képzelőerejének köszönhetően, valamint egyéb okokra támaszkodva megértette, hogy csak a Nap jöhet szóba, mint az akkoriban ismert világ (azaz a bolygórendszer) középpontja. Az akkori teológusok tévedése ezzel szemben abban állt, hogy ragaszkodtak a Föld középponti helyzetéhez ama meggyőződésben, hogy a fizikai világ struktúrára vonatkozó ismereteink nem térhetnek el attól, amit a Szentírás szó szerinti értelmezése megkíván. Ám emlékezzünk a Baroniushoz tulajdonított híres mondásra: „A Szentlélek azt akarta nekünk megmutatni, hogyan juthatunk el a mennybe, nem pedig azt, hogyan működik a mennybolt.” Valóban: a Biblia nem foglalkozik a fizikai világ részleteivel, amelyek megismerése az emberi tapasztalásra és gondolkodásra van bízva. A tudásnak ezek szerint két területe van. Az egyik megismerésének forrása

a kinyilatkoztatás, a másikat pedig az ember értelme a saját erejére támaszkodva föl tudja deríteni. Ez utóbbi területhez tartoznak a kísérleti tudományok, valamint a filozófia. E két tudásterület megkülönböztetését azonban nem szabad ellentétnek fölfogni. A két terület egyike sem idegen a másik számára, számos érintkezési pontjuk van. Az egyes területek sajátos módszerei egyúttal a valóság különböző szempontjainak föltárását teszik lehetővé.

### III.

13. Akadémiátok ebben a szellemben folytatja munkáját. Fő feladata, hogy elősegítse a tudás fejlődését a tudomány jogos autonómiájának megfelelően,<sup>8</sup> amelyet az Apostoli Szentszék az Akadémia statútumaiban kifejezetten elismer.

Egy tudományos vagy filozófiai elmélet esetében annak igazságtartalma vagy legalábbis biztos megalapozottsága a döntő. Az Akadémia éppen azt tűzte ki céljául, hogy a tudomány jelenlegi állása szerint és a saját területén föltárja és ismertesse azokat az ismereteket, amelyek biztosan igazak, vagy legalábbis annyira valószínűk, hogy elutasításuk oktalan és értelmetlen volna. Ily módon a felesleges konfliktusok is elkerülhetőek.

Az Akadémia komoly tudományos információkkal járulhat hozzá a sürgető problémák egzakt megfogalmazásához és megoldásához, amelyek iránt az Egyháznak különleges küldetése okán figyelemmel kell lennie. Olyan problémák ezek, amelyek nemcsak a csillagászatot, a fizikát és a matematikát érintik, hanem a biológia és a biogenetika viszonylag új tudományterületeit is. Számos olyan új tudományos fölfedezés és lehetséges alkalmazási terület létezik ugyanis, amely – jobban, mint valaha – közvetlen hatással van magára az emberre, annak gondolkodására és cselekvésére; sőt, esetenként úgy tűnik, az emberi lét alapjait is veszélyezteti.

14. Az emberiség számára a fejlődésnek két lehetséges formája létezik. Az első átfogja a kultúrát, a tudományos kutatást és a technikát, továbbá minden mást, ami az ember és a teremtés horizontjához tartozik, és bámulatos gyorsasággal fejlődik. Ha azonban azt akarjuk, hogy ez a fejlődés ne maradjon pusztán külsődleges, akkor egyszerűsége tudatosítását és felhasználását is fejlesztenünk

<sup>8</sup> Concilio Vaticano II. Gaudium et spes no. 36 §2.

kell. A fejlődés második módja az emberben lévő mélyebb szinteket érinti, amennyiben a világon és önmagán felülemelkedve afelé fordul, aki mindenek alkotója. Csak ez a fölfelé irányuló út képes végezetül értelmet adni az ember létének és cselekvésének, mert kapcsolatba hozza őt eredetével és végső céljával. Ezen a kettős, horizontális és vertikális úton valósítja meg az ember önmagát mint szellemi lény és homo sapiens. Természetesen figyelembe kell vennünk, hogy ez a fajta fejlődés nem egyformán és egyenes vonalúan valósul meg, s nem is lehet mindig harmonikus. Ez pedig rámutat arra a rendezetlenségre, amely emberi voltunkhoz szorosan hozzátartozik. Az a tudós viszont, aki figyelembe veszi ezt a kettős irányú fejlődést, hozzájárul a harmónia helyreállításához.

Aki a tudományos és technikai kutatásnak szenteli magát, útja előfeltételeként fölteszi, hogy a világ kozmosz és nem káosz, s hogy a természeti törvényeken belül rend van, amely fölismerhető és elgondolható, s amely bizonyos fokig a szellemmel rokon. Einstein szokta volt mondani: „Ami a világból mindörökre fölfoghatatlan, az éppen megérthető volta.”<sup>9</sup> Ez az megérthetőség, amelyet a tudomány és a technika lélegzetelállító fölfedezései alátámasztanak, végső soron arra a transzcendens és eredeti Gondolatra utal, amelyet minden létező magában hordoz.

Hölgyeim és Uraim, találkozásunk végén szívből azt kívánom Önöknek, hogy kutatásuk és tudományos munkájuk szolgáljon hasznos útmutatással kortársaink számára egy harmonikus társadalom fölépítéséhez – egy olyan világban, amely sokkal jobban tiszteletben tartja a humánusot. Köszönöm a Szentszéknek tett szolgálataikat, és kérem Istent, hogy ajándékaival töltsse el Önöket.

(Dejcsics Konrád fordítása)

<sup>9</sup> Einstein, Albert (1936): „Physik und Realität”, *The Journal of the Franklin Institute*. Vol. 221. No. 3. 1936. március. 313–318., idézet helye: 315. [Einstein e nevezetes kijelentését a beszédnek *L'Osservatore Romano*-ban megjelent hivatalos német szövege hibásan idézi, és ez tükröződik a *Pannonhalmi Szemle* magyar fordításban is. Ezért mi ennek az egy mondatnak a tekintetében eltérünk a *Szemlében* megjelent szövegtől: Einstein szavait a forrásául szolgáló Einstein-cikk magyar kiadása alapján, Gerner József fordításában közöljük – s nemcsak a hűség kedvéért, hanem mert a pápai beszéd ezt követő mondata így jobban értelmezhető. (Vö. Einstein, Albert (2005): „Fizika és valóság.” In: *Albert Einstein válogatott tanulmányai*. Szerk. Székely László. Budapest, Typotex, 294–341., 296.) Az eredeti einsteini mondat eltorzulásával kapcsolatosan a német fizikus eredeti tanulmánya mellett vö. még Liesenfeld, Cornelia (2003): *Die Astronomie Galileis und Ihre Aktualität Heute und Morgen. Ausburger Schriften zu Theologie und Philosophie* 2. Münster, LIT Verlag. 14–15.

## A szerzők

FEHÉR MÁRTA (1942): Tudománytörténész, tudományfilozófus, a Budapesti Műszaki Egyetem egyetemi tanára, a Tudományfilozófiai és Tudománytörténeti Doktori Iskola alapítója, az MTA doktora. Az 1970-es évektől kezdődően tudósként és tanárként egyaránt rendkívüli hatást gyakorolt a magyar tudományfilozófiára és tudománytörténet-írásra. Nemzedékeket indított el a kutatói pályán, munkássága jelentős nemzetközi figyelmet és elismerést váltott ki.

ZSOLDOS ENDRE (1957): 1982-ben végzett az ELTE Természettudományi Karán, fizikatanár-csillagász szakon, az MTA Csillagászati Kutatóintézetének tudományos főmunkatársa. Egyetemi doktori fokozatot szerzett 1988-ban asztrofizikából, majd 2011-ben PhD-fokozatot tudománytörténetből. Kutatási területe a csillagászat története. Tagja az International Astronomical Unionnak, a British Society for the History of Science-nek és a Magyar Csillagászati Egyesületnek. Számos nemzetközi konferencián vett részt, publikációi angolul, magyarul és németül jelentek meg.

KUTROVÁTZ GÁBOR 1999-ben szerezte meg fizikatanári, csillagászi és angol szaktanári diplomáját, majd 2003-ban filozófiai diplomáját. PhD-disszertációját 2006-ban védte meg a BME Technika-, Mérnök- és Tudománytörténeti Multidiszciplináris Doktori Iskolájában. Jelenleg az ELTE TTK Csillagászati Tanszékén oktat.

FARKAS GÁBOR FARKAS (1966): 1991-ben szerzett diplomát történelem, magyar nyelv- és irodalom szakon a szegedi József Attila Tudományegyetemen, majd felsőfokú könyvtárosi képesítést a Juhász Gyula Tanárképző Főiskola könyvtár szakán. 2008-ban megvédte egyetemi doktori fokozatát irodalomtörténetből a Szegedi Egyetemen. Az Országos Széchényi Könyvtár Régi Nyomtatványok Tára vezetője, főkönyvtárosa és tudományos kutatója. Kutatási területe a kora

újkori művelődés- és tudománytörténet. Könyvei és tanulmányai magyar, angol, francia, olasz és szlovák nyelven jelentek meg.

ZEMPLÉN GÁBOR egyetemi docens a BME Filozófia és Tudománytörténet Tanszékén. Diplomáit (biológia, kémia, angol szaktanár) az ELTE-n szerezte, majd a BME Tudomány- Mérnök- és Technikatörténet Doktori Iskolájában szerzett PhD-fokozatot. Ugyanitt habilitált 2008-ban. Tudománytörténeti kutatásokat végzett Münchenben (Deutsches Museum, WTWG 2000–2002) és Berlinben (MPIWG, 2005–2006, 2010), oktatott Svájcban (Uni Bern, optikatörténet) és Németországban (Uni Bundeswehr, München). Fő kutatási területe a kora modern optikatörténet, a tudományos viták és a természettudományok természetének oktatása.

SZÉKELY LÁSZLÓ (1954): Az MTA BTK Filozófiai Intézetének tudományos főmunkatársa, a filozófiai tudomány kandidátusa; az „Einstein kozmoszától a fölfúvódó világegyetemig” és „Az emberarcú kozmosz: az antropikus elv” című monográfiák szerzője; a 2005-ös Einstein-évforduló kapcsán megjelent Einstein-kötet, valamint több tematikus filozófiai folyóiratszám szerkesztője. Kutatási területe a tudománytörténet, a tudományfilozófia, továbbá a természettudomány és a metafizika, valamint a természettudomány és a vallás viszonya. Legutóbbi publikációja: „A newtoni természetfilozófia leibnizi kritikája a XXI. század elején”, *Magyar Filozófiai Szemle* 59. (2015) 129–146.

LAKI JÁNOS (1956): Az MTA BTK Filozófiai Intézetének tudományos főmunkatársa. Az ELTE filozófia szakán szerzett diplomát, kandidátusi disszertációját 1994-ben védte meg. Oktatott az ELTE BTK-n, a Miskolci Egyetemen és a BME Tudományfilozófiai és Tudománytörténeti Doktori Iskolájában. Kutatási területe: tudományfilozófia, ismeretelmélet, nyelvfilozófia.



Olvasószerkesztő: Karip Tímea  
Borító: Kára László  
Tördelés Kállai Zsanett  
Nyomdai kivitelezés: Robinco Kft.,  
felelős vezető: Kecskeméthy Péter

Kopernikusz alapvetően megváltoztatta a kozmosz és az ember viszonyával kapcsolatos elképzeléseinket: nélküle ma más világban élnénk. Ám a közkeletű nézettel szemben a lengyel tudós nem szakított radikálisan ókori és középkori elődeivel: a Nap és a Föld helycseréjéhez vezető megfontolásait az ókori püthagoreusok befolyásolták, rendszere pedig a görög matematikai csillagászat Ptolemaiosz révén átöröklődött módszertanán alapul. Teljesítményének tudományos értéke nem a mindent felforgató forradalmiságból fakad; hanem annak köszönhető, hogy a hagyományra építkezve, azt alkotó módon megújítva teremtett új kozmikus világrendet.

A természettudósok, tudománytörténészek és filozófusok gyümölcsöző együttműködéséből keletkezett jelen kötet hiánypótló a Kopernikusszal foglalkozó magyar irodalomban. Benne a szerzők tudományos értekezések formájában, de közérthetően mutatják be saját kutatási eredményeiket, s közvetítik egyúttal a kopernikuszi fordulattal kapcsolatos legújabb nemzetközi tudományos fejleményeket a magyar szellemi élet számára. Tanulmányaik ugyanúgy árnyalják a Kopernikusszal és követőivel kapcsolatos megcsontosodott elképzeléseket, mint amiképpen helyesbítik Arthur Koestler: *Alvajárók* című könyvének széles körben elterjedt, fiktív állításait.

2600 Ft

ISBN 978-963-414-226-3



9 789634 142263

webshop.harmattan.hu

L'Harmattan