

Michael Mästlin Előszava Rheticus Első beszámolója elé. Forrásközlés bevezető tanulmánnyal

Michael Mästlin's Preface to the First Account by Rheticus. Annotated translation with an Introduction

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Károli Gáspár Református Egyetem, BTK

kutrov@caesar.elte.hu, vassanyi.miklos@gmail.com

Initially submitted Sept.30, 2019; accepted for publication Oct. 29, 2019

Abstract

This paper presents a Hungarian translation of a Preface, written by Michael Mästlin, to the fourth edition of the “First Account” (*Narratio Prima*) by Georg Joachim Rheticus. Mästlin as a professor and lifelong friend to Johannes Kepler, played a decisive role in the publication of Kepler's first book, the *Mysterium cosmographicum* in 1596, which Mästlin included Rheticus' work in. The *Narratio Prima* (1539) of Rheticus, the only student of Nicolaus Copernicus, provided the first account of the Copernican theory even before Copernicus' *De revolutionibus* was printed (1543). Our publication of this preface, accompanied by an extensive introduction and detailed explanatory notes, aims to provide some insight into several layers of the fascinating era of the Astronomical Revolution in the late 16th (and early 17th) centuries.

Kulcsszavak: csillagászat-történet, Johannes Kepler, Nicolaus Copernicus, heliocentrikus világkép, égi szférák

Keywords: history of astronomy, Johannes Kepler, Nicolaus Copernicus, heliocentric worldview, celestial spheres

Bevezetés

Az itt lefordított szöveg eredetije az az előszó, melyet Johannes Kepler tanára, Michael Mästlin írt Nicolaus Copernicus tanítványa, Georg Joachim Rheticus egy művéhez, amely Kepler első könyvében került újbóli kiadásra. Ebben a bevezetésben ezt a sokrétű kontextust kívánjuk felvázolni, bepillantást kínálva a tudomány történetének egy igen izgalmas, változékony és jelentős időszakába.

A bevezetésben és a magyarázó jegyzetekben leggyakrabban említett eredeti művek és itt használt rövidítései:

- *NP* – Georg Joachim Rheticus: „*Narratio prima*”, azaz „Első beszámoló” vagy „Beszámoló” (*Ad clarissimvm virvm D. Ioannem Schonervm, de libris revolvtionum eruditissimi viri, et Mathematici*

excellentissimi, Reuerendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam Iuuenem, Mathematicae studiosum NARRATIO PRIMA. <Gdańsk, 1540>

- DR – Nicolaus Copernicus: „*De revolutionibus*”, azaz „A körforgásokról” (*Nicolai Copernici Torinensis De Revolutionibus orbium coelestium, Libri VI.* Norimbergae [Nürnberg], apud Ioh<annem> Petreium, 1543)
- PT – Erasmus Reinhold: „*Prvtenicae tabulae*”, azaz „Porosz táblázatok” (*Prvtenicae tabulae coelestium motuum*, Tvbingae [Tübingen], per Vlricvm Morhardum, 1551)
- MC – Johannes Kepler: „*Mysterium cosmographicum*”, azaz „Előfutár” vagy „Kozmográfiai misztérium” (*Prodromus dissertationvm cosmographicarvm, continens mysterivm cosmographicvm, de admirabili proportione orbivm coelestivm, deque cavis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis & proprijs, demonstratvm, per quinque regularia corpora Geometrica, a M. Ioanne Keplero, VVrtembergico, Illustrium Styriae prouincialium Mathematico.* Tvbingae. Excudebat Georgius Gruppenbachius, Anno MDXCVI.)

Michael Mästlin munkássága

Bár Michael Mästlin (1550, Göppingen – 1631, Tübingen; más leírás és névváltozatok: Maestlin, Möstlin, Möschlin, Moestlinus) ma elsősorban Johannes Kepler legfontosabb tanáraként ismert, és nevével főként ebben a kontextusban találkozhatunk, ő volt a XVI. század utolsó és a XVII. század első évtizedeinek egyik legfontosabb és legismertebb csillagásza, valamint Copernicus elméletének egyik első nyílt támogatója a csillagászok körében.

A lutheránus családból származó Mästlin¹ 1568 és -71 között járt a tübingeni egyetemre, ahol matematikát és csillagászatot tanult, majd tanított.² 1576-tól négy éven át diakónusként szolgált Backnangban, miközben továbbra is a csillagászati munkának szentelte magát, s az 1577. évi nagy üstökösről írott műve híressé tette Európa-szerte. Eleinte patrónusát, III. Ludvig württembergi herceget látta el tudományos tanácsokkal,³ majd 1580-ban kinevezték matematikaprofesszornak a heidelbergi egyetemre. 1584-ban visszatért a tübingeni egyetemre ugyanebben a minőségben, ahol egészen haláláig státuszban maradt. Oktatóként nagy népszerűségnek örvendett, és nyolc alkalommal választották a szabad művészetek karának dékánjává.

Az a korszak, amely keretet nyújtott Mästlin tudományos teljesítményéhez, különleges helyet foglal el a tudománytörténetben. Mästlin egy olyan generáció tagja, amely szakmai útja kezdetén (többnyire az

¹ Rövid életrajzi összefoglalásokért lásd pl. Green (2007), Rosen (1974) – az utóbbi felsorolja (majdnem kimerítően) a nyomtatásban megjelent műveit is. A legrészletesebb életrajzi ismertetést Jarrell (1971) tartalmazza.

² Egyik tanára Philipp Apian (1531-1589) volt, az előző generáció (XVI. század első fele) egyik legfontosabb csillagászának, Peter Apiannak (Petrus Apianus, 1495-1552) a fia. Philipp elméleti elköteleződéseiről keveset tudunk, de az észlelési technikák és eszközök iránti érdeklődése nyilvánvaló, összhangban azzal, hogy Mästlin később komoly hangsúlyt fektetett a megfigyelésekre és azok szerepére az elméletválasztásban. 1583-ban Mästlin Philippet (akit leléptettek, mert nem volt hajlandó elítélni a kálvinizmust) váltotta az egyetemi katedrán.

³ A württembergi herceg ösztöndíjrendszere, amely Mästlin számára is lehetővé tette az egyetemi tanulást, fontos szerepet játszott a reformáció oktatáson keresztül történő megerősítésében, lásd Methuen (1994).

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovátz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

oktatása során) már ismerte Copernicus heliocentrikus elméletét,⁴ ám új fejleményként, vagyis még nem állt a rendelkezésére a hozzá való viszonyulás terén szakmai hagyomány, s így teljesen nyitott kérdés volt, hogy mit kezdjen vele.⁵ Miközben fokozatosan az érdeklődés előtérébe kerültek Copernicus elméletének kozmológiai vonatkozásai, a kibontakozó bizonytalanság közepette két fontos és teljesen váratlan csillagászati esemény tüzelte fel a vitákat: az 1572-es „új csillag” a Cassiopeia csillagképben,⁶ valamint az 1577-es nagy üstökös.⁷ Az ezekről írott elemzések az ókori geocentrikus hagyomány⁸ és a copernicusi elmélet közti feszültség lényegi pontjait érintették.

Mästlin az új csillagról írott publikációját⁹ 1573-ban, röviddel az egyetem elvégzése után jelentette meg. Csakúgy, mint Tycho Brahe, Mästlin is kimutatta az új csillag parallaxisának a hiányát,¹⁰ és híresebb

⁴ Nicolaus Copernicus főműve – és egyetlen, akkor nyomtatásban megjelent csillagászati munkája –, a *De revolutionibus orbium coelestium* 1543-ban jelent meg Nürnbergben.

⁵ Mästlinen kívül ehhez a generációhoz tartozott pl. Johannes Praetorius (1537-1616), Christopher Clavius (1537-1612), William Gilbert (1540-1603), Francois Viète (1540-1597), Thomas Digges (kb. 1546-1595), Tycho Brahe (1546-1601), Giordano Bruno (1548-1600) és Christopher Rothmann (1550-1597), csak hogy a legismertebbeket említsük. Ezt a generációt jellemzi Westman (1975b), valamint Westman (2011) 9. fejezete: „*The second generation Copernicans*” (259-280. o.). A generáció legfontosabb tagjai között informális kommunikációs viszonyok is fennálltak, melyek hatékonyan elősegítették az információ terjedését és megosztását – ezt nevezi Gingerich (2004: 178) „láthatatlan kollégiumnak”.

⁶ Az SN 1572 vagy B Cassiopeiae egy ún. Ia típusú szupernóva volt a Cassiopeia csillagképben. A jelenség igen feltűnő volt, hiszen a megjelenő „új csillag” néhány napon belül minden állócsillagot túlragyogott, s fényessége a legragyogóbb bolygó (Vénusz) maximális fényességével vetekedett. Ezután halványodni kezdett, ám még több mint egy éven keresztül megfigyelhető volt szabadszemmel. A jelenséget számos európai csillagász észlelte és leírta (de Európán kívül, pl. Kínában is beszámoltak róla). Mivel a legrészletesebb és legnagyobb hatású beszámolót Tycho Brahe írta róla (*De nova et nullius aevi memoria prius visa stella, iam pridem anno a nato Christo 1572. mense Nouembrij primum conspecta, contemplatio mathematica*. Hafniae [Koppenhága], impressit Laurentius Benedictij, 1573), ezért Tycho-féle szupernóvaként is szoktak hivatkozni rá. (Az ezt megelőző utolsó megfigyelt szupernóvarobbanás 1054-ben történt.) Az esemény korabeli észleléseiről lásd pl. Green (2004), magyar vonatkozásokról Farkas–Zsoldos (2007).

⁷ Az 1577-78-ban megjelenő nagy üstökös a korábbi szupernóvánál is jóval feltűnőbb jelenség volt, egyike a történelmi feljegyzésekben említett leglátványosabb üstökösöknek. Világszerte mindenhol beszámoltak róla, és fényességét a Holdéhoz hasonlították. Tycho Brahe kiterjedt észlelési adatsora (több ezer) alapján ma úgy véljük, hogy az üstökös nem periodikus pályán haladt, így visszatérése nem várható. Korabeli észleléseiről lásd pl. Hellman (1944).

⁸ A hagyomány kozmológiai elemeit elsősorban Aristotelés művei, pl. a *De coelo* („Az égbolt”), míg a csillagászati részleteket főként Ptolemaios munkája, az *Almagestum* avagy *Syntaxis mathématiké* („<A csillagászat nagy> matematikai összefoglalása”) határozták meg. E hagyományról (és később a copernicusi elmélet által ehhez intézett kihívásokról) bevezető összefoglalást nyújt pl. Kuhn (1957: 1-99) vagy Koestler (1959: 19-79).

⁹ *Demonstratio astronomica loci stellae novae, tum respectu centri mundi, tum respectu signiferi et aequinoctialis*. In Nicodemus Frischlin: *Consideratio nouae Stellae, quae mense Novembri, anno salvtis MDLXXII in signo Cassiopeae populis Septentrionalibus longe lateque apparuit* (Tvbingae [Tübingen], 1573), 27-32. Frischlin műve egy hosszú disztichonos vers volt az új csillagról, Mästlin írása ennek kiegészítéseként jelent meg. Részletesebb bemutatásért lásd Granada (2007), aki főleg a kéziratban fennmaradt verziókra összpontosít.

¹⁰ A parallaxis a megfigyelt objektum látszólagos elmozdulása annak következtében, hogy a megfigyelő változtatja a pozícióját. A pozícióváltoztatás bekövetkezhet a Föld Nap körüli keringésének következtében (ekkor éves parallaxisról beszélünk), de akár a Föld forgásának következtében is (napi parallaxis). Az éves parallaxis csak a heliocentrikus elméletben értelmezhető, ám a napi parallaxis a geocentrikus világból szerint is fellép (ahol nem a Föld, hanem az égbolt napi körülfordulására vezetnek vissza, amelynek következtében a megfigyelő és egy adott égitest relatív helyzete változik). Ez utóbbi effektus közvetlen égi szomszédunk, a Hold esetében már az ókorban is kimérhető volt, a legközelebbi bolygók esetében azonban szabadszemes észlelésekkel kimutathatatlan maradt (lásd egy későbbi, a Mars parallaxisával kapcsolatos jegyzetünket). Mästlin, akinek mérései a kor viszonylatában bámulatosan pontosak voltak, a szupernóva helyzetét négy szomszédos csillagéhoz (pontosabban az általuk kirajzolt kereszt metszéspontjához) mérte kifeszített fonál segítségével (lásd később), ám nem tapasztalt érzékelhető elmozdulást.

kollégájához hasonlóan ő is arra következtetett, hogy az objektum a Holdon túli régióban, sőt a csillagok távolságában helyezkedik el. (Ezt nemcsak a parallaxis hiánya sugallta, hanem az a tény is, hogy az új csillag nem mozgott az állócsillagokhoz képest, vagyis úgy tűnt, hogy azok szféráján rögzül, szemben a vándorló bolygókkal.)¹¹ Érdekes azonban hozzátenni, hogy míg Tycho a csillagos égbolt helyét a hagyományos elméletekre jellemző nagyságrendben képzelte el, azaz nem messze a Szaturnusz szférája mögött, addig Mästlin feltételezte – Copernicus elméletével összhangban¹² –, hogy a csillagok óriási távolságra helyezkednek el (jóval messzebb a legtávolabbi bolygónál):¹³ ez pedig a legkorábbi jele annak, hogy Mästlin már egészen fiatalon használta a heliocentrikus elméletet.¹⁴ Ám akármelyikük álláspontját vesszük alapul, az új csillag mindenképpen ellentmondott az ekkori egyetemi oktatásban uralkodó aristotelési felfogásnak,¹⁵ amely szerint az ún. szupralunáris (Hold feletti) világ tökéletes és örökkévaló, és nem érintik a változásnak olyan formái, mint a keletkezés vagy a pusztulás. Ha ugyanis az új égitest valóban csillag, akkor ez cáfolja az égbolt állandóságának tanát.¹⁶

¹¹ *Verum accuratis obseruationibus edocti sumus, quod prodigiosa haec stella non modo non meteoris, sed nec Planetis, verum octavi orbis seu firmamenti astris annumeranda sit. ... Vnde manifestum est, stellam hanc longe super omnes Planetas eleuatam, adeoque inter non errantes stellas, in firmamento repositam esse. (Demonstratio astronomica, 28-29.)*

¹² A heliocentrikus elmélet alapján a csillagok helyzetében várt éves parallaxis ugyanis megfigyelhetetlenül kicsinek bizonyult, ezért Copernicusként fel kellett tennie, hogy a Föld pályája (és így általában a bolygók régiója) elhanyagolható a csillagszféra nagyságához képest (lásd a DR I/10. fejezet végét).

¹³ *Quoniam immensa est altitudo orbis stelliferi, quae quousque se extendat, non constat, ad quam, quae inter solem et terram est distantia concerni nequit [...] ideoque impossibile veram huius stellae, vel magnitudinem vel altitudinem a centro mundi dimetiri... (Demonstratio astronomica, 30.)*

¹⁴ Tycho, aki elutasította a heliocentrikus elméletet, újra kiadta Mästlin művét az *Astronomiae instavratae progymnasmata* című, Prágában, 1602-ben (posztumusz) megjelent kötetében, ahol lelkesen méltatta a mérések érdemeit, ám hevesen kritizálta Mästlin kopernikánus előfeltevését (*Astronomiae instavratae progymnasmata*, 543-552; lásd Granada 2013). Tycho Copernicushoz fűződő (változó) viszonyáról lásd Moesgaard (1972). A Föld mozgásának elutasításához visszatérünk egy, a fordításhoz fűzött jegyzetünkben.

¹⁵ A vonatkozó aristotelési nézetek rövid összefoglalásáért lásd Kuhn (1957: 78-94). Ugyanakkor azonban Mästlin nem állította azt, hogy mindez az égi világ tökéletlenségét bizonyítja, hanem azzal a (fizikán túli) magyarázattal indokolta a jelenséget, hogy Isten képes új objektumokat teremteni az égboltra, még ha ennek célja teljesen felfoghatatlan is: *Rationem non video, nisi quod forsitan ab hyperphysica causa exortus eorum <helyesen: earum> dependeant. Quid ergo prohibet quin dicamus, totum hoc hyperphysicum, stellamque hanc nouam a summo creatore his nouissimis temporibus creatam esse, atque vti miraculose coepit, ita miraculose desitum: cuius utriusque causa omnem humanum captum effugiat (Demonstratio astronomica, 30.)* Aristotelés neve kétszer fordul elő Mästlin rövid szövegében, mindkét esetben irreális feltételes mondatban (a 28. és a 30. oldalon), tehát szerzőnk nyíltan nem támadja Aristotelést. Sőt, a 30. oldal megfogalmazásai azt sugallják, hogy Aristotelésszel nem tanácsos szembefordulni, ezért – miután a természet ilyenformán nem hozhatta létre az új csillagot – arra következtethetünk, hogy bizonyára Isten avatkozott be a természet menetébe.

¹⁶ Megjegyzendő, hogy 1604-ben egy újabb szupernóva bukkant fel a Kígyótartó csillagképben. Mästlin erről is elkezdett írni egy értekezést, ám ez befejezetlen és publikálatlan maradt. A *Consideratio Astronomica inusitatae Novae et prodigiosae Stellae, superiori 1604 anno, sub initium Octobris, iuxta Eclipticam in signo Sagittarii vesperi exortae, et adhuc nunc eodem loco lumine corusco lucentis* című, 12 oldalas autográf kézirátát a stuttgarti Württembergische Landesbibliothek őrzi. A latin eredeti olvasható részét, annak összefoglalását és angol fordítását közli Granada (2014). Mästlinnel szemben számos szerző publikált erről a jelenségről is, a leghíresebb ezek közül Kepler *De stella nova in pede Serpentarii* című műve (Pragae, 1606), ami miatt ezt Kepler-féle szupernóvának is szokták nevezni.

Hasonló megállapításra jutott a következő, az üstökösről írott művében is,¹⁷ amely meghozta számára a nemzetközi elismerést. Mästlin itt sem tudott kimutatni észlelhető parallaxist, vagyis az üstökös is a Hold feletti régióban lévőnek tételezte, szintén szemben Aristotelésszel,¹⁸ sőt ebben az esetben szemben Copernicusszal is.¹⁹ Híresebb kortársa, Tycho Brahe ugyanerre a konklúzióra jutott.²⁰ Ám az üstökös égbolton történő látszólagos haladása alkalmat adott a térben való mozgás meghatározására is, és Mästlin ezen eredményei tekinthetők az első publikált üstököspálya-számításnak.²¹ Arra a következtetésre jutott, hogy az üstökös Nap körüli pályán halad, megközelítve a Vénusz szféráját,²² ami szerinte összhangban van Copernicus elméletével. Érdemes megjegyezni, hogy a pályaszámítás kivitelezéséhez Mästlinnek valamilyen feltételezéssel kellett élnie a világ szerkezetéről, és már ekkor – igaz, feltételesen – a copernicusi elméletet vette alapul, nem pedig a geocentrikus kozmológiát.²³

¹⁷ *Observatio et demonstratio cometae aetherae, qui anno 1577 et 1578 constitutus in sphaera Veneris, apparuit* (Tübingen, 1578). A mű észleléseit, számításait és megállapításait részletesen vizsgálja Hellman (1944: 146-159), valamint – különös tekintettel a kopernikanizmus kérdésére – Westman (1972).

¹⁸ A *Meteorologica* I. könyv 7. fejezete (344a5-345a10) légköri jelenségeként értelmezi az üstökösöket: földi kipárolgások, melyek teljesen elégve felemelkednek a légkör legfelső régiójába.

¹⁹ A *DR* I. könyvének 8. fejezete légköri jelenségeként említi az üstökösöket. Érdekes, hogy jóval azután, hogy Tycho, Mästlin és mások cáfolták ezt az elképzelést – a kortársak közül a neves üstökös szupralunáris pozíciója mellett érvelt még Helisaeus Roeslin (1544-1616), IV. Vilmos, Hesse-Kassel tartománygrófja (1532-1592) és Cornelius Gemma (1535-1579) (lásd Hellman 1944: 118-183) –, Galilei az *Il Saggiatore* című, 1623-ban megjelent művében kritizálta ezt a cáfolatot, és az üstökösöket továbbra is légköroptikai jelenségek (pontosabban optikai illúzióknak) tekintette.

²⁰ *De Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis...* (Uraniburgi, 1588). Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy Tycho parallaxismérése más, pontosabb módszeren alapult: saját pozícióészleléseit (Hven szigeti obszervatórium, Dánia partjainak közelében) összevetette Thadaeus Hagecius (Tadeáš Hájek) ugyanakkor készült megfigyeléseivel (Prága), és bár kettejük számára a Hold kissé más pozícióban látszott a háttércsillagokhoz képest, ám az üstökösnél ez nem volt megfigyelhető. (Megjegyzendő, hogy Hagecius azok közé tartozott, akik hevesen kritizálták Tycho konklúzióját, ugyanis ő ragaszkodott az üstökösök Hold alatti létezéséhez.) E módszer azért pontosabb az ugyanarról a helyszínről, de különböző időpontokban végzett megfigyelések összevetésénél, mert az üstökös maga is jelentős sebességgel mozog az égbolt háttérén, függetlenül a parallaxis miatti elmozdulástól, és ezt figyelembe kell venni az eltérő időpontok látszó pozícióinak összehasonlításánál.

²¹ Azért az első, mert Tycho műve később jelent meg (1588). A kapott eredmények meglehetősen kezdetlegesek voltak, hiszen sem a Naprendszer-beli égitestek egymáshoz képesti elhelyezkedései, sem a mozgást meghatározó fizikai feltételek nem voltak ismertek. Az első pontos üstököspálya-számítást Newton közölte bő egy évszázad múlva, az 1687-ben megjelent *Principia mathematica philosophiae naturalis* első kiadásában (III. könyv, 41. tétel, „Exemplum:” az 1680. évi üstökösről).

²² Tycho ugyanerre az eredményre jutott, és később hangsúlyozta, hogy mivel az üstökösnek keresztenie kell egyes bolygók szféráját, ami egy korabeli felfogás szerint lehetetlen (hiszen a szférák anyaga tökéletes, azaz törhetetlen), ezért valójában nem léteznek az égitesteket Föld körüli pályájukon hordozó kristályszférák. Ez Tycho egyik legfontosabb állítása, ugyanis – a tudománytörténeti folklór szerint – komoly szerepe volt e belátásnak az arisztotelészi-középkori kozmológia lebontásában. A szférák természetére vonatkozó nézetek történetét összefoglalja Aiton (1984). Ugyanakkor két megszorítást érdemes tenni. Egyrészt Rosen (1985) kimutatja, hogy szemben az általános vélekedéssel, Tycho nem elsőként és pusztán a megfigyeléseire alapozva vont le ezt a következtetést, hanem kortársa, Christopher Rothmann úttörő véleményét fogadta el (vonakodva, fokozatosan) a levelezésük hatására. Másrészt Grant (1987) rámutatott arra, hogy a szférákat a legtöbbször folyékonyak vagy éterinek gondolták, nem pedig szilárd kristálynak, amit viszont nem cáfolt Tycho megfigyelése.

²³ Tycho pedig azt az ún. geo-heliocentrikus hipotézist, amely a két, versengő világmép hibrid keveréke: a mozdulatlan, központi Föld körül tételezi a Hold és a Nap keringését, ám a bolygók mozgását a Nap körül képzele el. Ez a rendszer (részben Tycho tekintélyének köszönhetően) nagy népszerűségnek örvendett a korban, kompromisszumként a geocentrikus örökség és a heliocentrikus hipotézis között.

A következő nagyobb üstökös egyébként 1580-ban tűnt fel az égen, és Mästlin erről is írt egy rövidebb, bő harmincoldalas művet.²⁴ A kis kötet első fejezetében az égbolton észlelt ama „szörnyűséges hasadékokat” (*chasmata terribilia*) ismerteti, melyek megjelenése megelőzte, illetve követte az üstökös feltűnését. A könyv további fejezetei megismétlik a korábbi mű tanulságait, azzal a különbséggel, hogy egyrészt itt hangsúlyosabb az Aristotelés-kritika,²⁵ másrészt ebben az esetben a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz szférája környékére becsülte (ezúttal jóval pontatlanabban) az üstökös mozgásának helyét – legnagyobb valószínűséggel a Szaturnuszéra, a sebessége és a színe alapján.²⁶

Láthatjuk tehát, hogy Mästlin értelmezései a jelenségekről szembefordulnak a geocentrikus hagyomány egyes elemeivel, miközben támaszkodnak Copernicus elméletére. Hogy Mästlin egyike volt azoknak, akik elsőként védelmezték a kopernikánus nézeteket, azt számos forrásból, például az itt közölt előszavából is tudjuk.²⁷ Ezt állítja többek között legfontosabb tanítványa, Kepler is, aki a *MC* előszavában beszámol arról, hogy tanárától hallott először Copernicus elméletéről, amely kezdettől fogva lázba hozta.²⁸ Azt ugyanakkor nem tudjuk biztosan, hogy a köztudottan kopernikánus Mästlin mennyire széles körben tanította a heliocentrikus elméletet, illetve arról sincsen tudomásunk, hogy vajon a lehetséges hipotézisek egyikeként, avagy a valóság helyes leírásaként beszélt-e róla.²⁹ Az általa írott egyetemi tankönyv³⁰ a hagyományos, geocentrikus ptolemaiosi elméleten alapult, ami talán annak tudható be, hogy alapozó csillagászati ismeretek oktatására szolgált, és nem érintette azokat a technikai részleteket, melyeknél a copernicusi

²⁴ *Consideratio & obseruatio cometae aetherei astronomica, qvi anno MDLXXX. mensibus Octobri, Novembri et Decembri, in alto Aethere apparuit.* Heidelbergae: Jacob Mylius, 1581.

²⁵ *Haec certe tria hoc octennio noua et insolita in aethere conspecta astra, me conuincerunt, vt quaecunqve Peripateticorum fuit sententia de Cometarum loco, ortu, materia, inflammatione, motu, de aëris et ignis regionibus superioribus, etc. mihi suspecta sint...* (*Consideratio & obseruatio*, 33.)

²⁶ *Veruntamen crediderim motum eius ad Saturni sphaerae conuersiones magis esse regularem, quam ad Iouis vel Martis sphaerae orbis, cuius etiam colorem tetrum magis quam caeterorum retulit.* (Uo., 34.)

²⁷ Azt viszont nem tudjuk, hogy mikor és hogyan vált kopernikánussá. Westman (1972) amellett érvel, hogy ez legkésőbb 1577-re, vagyis a nagy üstökös észleléséből levont tanulságok idejére bekövetkezett, ám későbbi álláspontja szerint (Westman 2011: 261) már az egyetemi évei végére, 1570-72 körül sor került az elfogadásra. Ugyanezt állítja Granada (2007: 103-104).

²⁸ *Quo tempore Tubingae, ab hinc sexennio clarissimo viro M. MICHAELI MAESTLINO operam dabam: motus multiplici incommoditate vsitatae de mundo opinionis, adeo delectatus sum COPERNICO, cuius ille in praelectionibus suis plurimam mentionem faciebat: vt non tantum crebro eius placita in physicis disputationibus candidatorum defenderem: sed etiam accuratam disputationem de motu primo, quod Terrae uolutione accidat, conscriberem.* („Amikor Tübingenben idestova hat éve az igen híres Michael Mästlin Magister Úr hallgatója voltam, akkor – miután zavart a világról alkotott általános felfogás sokszoros alkalmatlansága – annyira tetszett nekem Copernicus, akit Mästlin Magister sokszor emlegetett az előadásai során, hogy nem csupán sűrűn védelmeztem a téziseit a diákok fizikatudományi disputáin, hanem még egy részletes disputációt is írtam az elsődleges mozgásról, hogy az a Föld forgása folytán történik.” *MC* 6.) Lásd Caspar, ed., 1938-: I. kötet 9. old. – A továbbiakban e kritikai Kepler-kiadás köteteire ilyen módon fogunk utalni: JKGW 1: 9.

²⁹ Ezt a kérdést járja körül részletesebben Methuen (1996). Míg a hagyományos értelmezés szerint Mästlin óvatosan járt el, és csak titokban, a beavatott tanítványoknak tanította a heliocentrizmust (pl. Koestler 1959: 253), addig pl. Jarrell (1971) ennek ellenkezőjét vallja, és nyíltan felvállalt, polemikus heliocentrizmust tulajdonít neki. A fennmaradt, oktatásban használt disputációk elemzése alapján Methuen egy köztes álláspontot képvisel, amely szerint Mästlin mindig kész volt arra, hogy az érdeklődő hallgatóknak alternatívákat ajánljon a bevett nézethez képest, beleértve az – általa személyesen favorizált – copernicusi hipotézist.

³⁰ *Epitome astronomiae, qua breui explicatione omnia, tam ad Sphaericam quam Theoricam eius partem pertinentia, ex ipsius scientiae fontibus deducta, perspicue per quaestiones traduntur* (Heidelbergae: Mylius, 1582). A népszerű mű 1624-ig 6 újabb kiadást ért meg.

elmélet előnyei megmutatkoznak.³¹ Az viszont a korabeli beszámolók és levelezések alapján kétségtelen, hogy a magasabb szintű, avagy kisebb és zártabb közönségnek tartott kurzusain beszélt a heliocentrikus elméletről, és nem csinált ebből titkot.

Mästlin Copernicushoz fűződő viszonyáról tanúskodik a *DR* azon példánya is, amely a birtokában volt, és amelyet alaposan telejegyzetelt. A fennmaradt korai Copernicus-kötetek közül³² ez az egyik legsűrűbben jegyzetelt példány, ami azt mutatja, hogy Mästlin alaposan tanulmányozta a művet,³³ beleértve a számítások technikai részleteit is. Ez önmagában még nem bizonyítja, hogy elfogadta Copernicus elméletét a világ helyes leírásaként,³⁴ ám a jegyzetek egy részében elismerő és támogató hozzáállás nyilvánul meg, miközben feltűnően hiányoznak a bíráló megjegyzések.³⁵ Érdeemes megjegyezni, hogy a könyvet még egyetemistaként, 1570-ben vette, és egészen haláláig a birtokában volt, így bőven volt ideje – hat évtized – részletes jegyzetekkel ellátni, de hogy melyik bejegyzés mikor született (tehát hogy mikor mi lehetett az álláspontja), azt sokszor már nem lehet perdöntően megállapítani.³⁶

A kopernikánus kötődés egy további formáját láthatjuk abban a figyelemben, amellyel Mästlin a Hold felé fordult. Míg az aristotelianus felfogás szerint a Hold az égi régióhoz tartozik, tehát gyökeresen különbözik a földi világtól,³⁷ addig a kopernikánus nézet a Földet a bolygók egyikévé teszi, és így valószínűsíti pl. a Holddal való hasonlóságát.³⁸ Kepler beszámolói szerint Mästlin gyakran figyelte meg a holdat, és öt érvet

³¹ Philip Melanchton 1550-ben, az *Initia doctrinae physicae* második kiadásában (Wittenberg: Johannes Lufft. 39v-40r) éppen azt ajánlotta, hogy a csillagászat kezdő tanulóinak az aristotelési és ptolemaiói világméretet kell tanítani, míg a Copernicuséhoz hasonló bonyolításokat a haladók számára kell fenntartani (Methuen 1996: 237). Mästlin minden bizonnyal már korán ismerhette ezt a javaslatot, és látni fogjuk, hogy explicite belefoglalja az itt közölt előszavába. A Melanchton-kör hozzáállásáról és szerepéről lásd Westman (1975a).

³² A *DR* első két, XVI. századi kiadásának fennmaradó példányait elemezi Gingerich (2004) és Westman (2011). Az eredeti tulajdonosok jegyzetei rendkívül sok információval szolgálnak az első olvasói nemzedékek hozzá fűződő viszonyáról.

³³ Bár érdemes hozzátenni, hogy hasonló mértékű figyelemről tanúskodik számos másik, Mästlin birtokában lévő könyv is, pl. Tycho műve az 1577-es üstökösről.

³⁴ A legtöbb jegyzetet tartalmazó példány Erasmus Reinholdtól, a copernicusi rendszeren alapuló *PT* szerzőjétől maradt fenn, aki azonban nem fogadta el a heliocentrikus elmélet igazságát.

³⁵ Szemben például a Tycho tulajdonában lévő példányokkal, amelyekben szenvedélyes ellenvetésekkel és kritikákkal találkozhat az olvasó. A Copernicust támogató Mästlin-féle jegyzetekről lásd Westman (2011: 264-268) és Gingerich (2004: 156-160).

³⁶ A *DR*-t a római Index-kongregáció heliocentrizmust elítélő 1616-os határozata korrekcióra szorulóknak ítélte meg, és a szükséges korrekciók listája 1620-ban készült el. Mivel ezeket a változtatásokat Mästlin mind átvezette (legalábbis jelezte), így 1620-ban, azaz 50 évvel a példány megvásárlása után még bizonyosan készített hozzá jegyzeteket.

³⁷ Igaz ugyan, hogy Copernicus Aristotelést idézi arról, hogy az égitestek közül a Hold a Föld legközelebbi rokona (*DR* I/10; 1543, 9v: *ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum Terra cognationem habet*). Averroës azonban, akitől ezt az idézetet Copernicus átveszi, tévesen tulajdonítja az állítást Aristotelésnek. Utóbbi ugyanis a félreidézés forrásában – *De generatione animalium* IV/10, 777 B 25-26: γίνεται γὰρ <ἡ σελήνη> ὡς περ ἄλλος ἥλιος ἐλάττων – valójában a Nappal rokonítja a Holdat. Lásd Dobrzycki (1978: 360 n22:11).

³⁸ E rokonítás legfőbb klasszikusa Plutarchos műve *A Hold korongjában látható arcáról* (Περὶ τοῦ ἐμφαινομένου προσώπου τῆς κύκλου τῆς σελήνης, *De facie in orbe Lunae*), amely a Holdat – a mozgó Föld tanát hirdető pythagoreus eszmék alapján – egy „másik Föld”-nek tétélezte. Bár Mästlin feltehetőleg nem ismerte ezt a munkát, Kepler viszont 1595-ben megismerkedett vele, és annyira a hatása alá került, hogy később le is fordította latinra (*Plutarchi philosophi Chaeronensis libellus de facie, quae in orbe Lunae apparet*). Kepler gyakran egy lapon emlegette Plutarchost Mästlinnel. Lásd bővebben Dick (1982: 70-74).

is felsorakoztatott a holdi légkör létezése mellett.³⁹ Sőt, Kepler úgy tudja, Mästlin viharfelhőt és esőt is megfigyelt a Holdon.⁴⁰ Emellett azt is állítja, hogy mestere elsőként magyarázta helyesen az ún. hamuszürke fény jelenségét, vagyis azt a derengést, amelyik a holdkorong éppen sötét, azaz a Nap által nem megvilágított részén látható: ez a Föld által visszavert napfény a Holdon. Így a Föld a Holdról nézve éppúgy fényesnek látszik (és fázisokat mutat), mint a Hold a Földről nézve, mert mindkettőjük a Nap fényét veri vissza, adott esetben a másik felé.⁴¹ Ezek a témák 1610-ben fokozott jelentőségre tettek szert, amikor is a Galilei *Sidereus nuncius*-ában ismertetett távcsöves észlelések megerősítik e hasonlóságok többségét, újabbakkal kiegészítve azokat.⁴²

Mästlin felfogásában a korabeli csillagászat egyik legfontosabb feladata az, hogy növelje az észlelések szerepét – szemben a hagyomány tekintélyével – mind a pozíciómérések, mind az objektumok és jelenségek részleteinek megfigyelése terén. Ebben az elköteleződésben ismét csak osztozott Tychoval, ám míg dán kollégájának lehetősége nyílt megépíttetni és vezetni Európa addigi legkomolyabb obszervatóriumát (Hven szigetén, 1576-1597), Mästlin kénytelen volt beérni az önmaga által végzett, jóval kevésbé átfogó mérésekkel. A nóváról és az üstökösről írott művei is az észlelésekre és a számításokra helyezik a hangsúlyt, miközben az elméleti (mind a fizikai, mind az asztrológiai) spekulációkat minimális szinten tartják, szemben a hasonló témában ekkoriban született művek többségével.⁴³ Bár Tycho vonatkozó művei is elsődlegesen az észlelésekre és a matematikai bizonyításokra koncentrálnak, ám ő jócskán megengedi magának az ezen túli feltételezéseket is.

³⁹ Lásd Kepler *Dissertatio cum Nuncio sidereo* c., 1610-ben megjelent munkáját, vagy a poszthumusz *Somnium* utolsó (223.) szerzői jegyzetét. Összefoglalja Dick (1982: 82-84).

⁴⁰ Az a talán *Theses de eclipsibus* címet viselő, 1606-ban Tübingenben megjelent Mästlin-kötet, amelyre Kepler a *Dissertatio cum Nuncio sidereo*-ban hivatkozik, sajnos ma már nem ismert. Viszont Kepler beszámol arról, hogy Mästlin további hasonlóságokat is felfedezett a két test között: sűrűségük, árnyékaik, légkörük, a Nap általi megvilágítottságuk, valamint egyenetlen felszínük alapján: *Tradit eo libello, a Th<esi> 88, Lunae affinitatem cum Terra, in densitate, umbra, caligine, luce a Sole mutuatitia* (Galilei: *Edizione nazionale* III/1, 116; Dick 1982: 205 n43).

⁴¹ Kepler az *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur* (1604) c. mű VI/10. fejezetében (*De illustratione mutua Lunae & Terrae*, 254-255) hivatkozik Mästlin alábbi művére: *Disputatio de eclipsibus Solis et Lunae* (Tübingen: 1596), 22. tézis, 8. oldal: *Dicimus ergo, terram corrusco suo, a Sole sibi immisso lumine, opacitatem ... in lunari corpore, non minus irradiare, quam vicissim ... Luna plena suis a Sole acceptis radijs nostras in terra noctes illustrat*). Ugyanakkor megjegyzendő, hogy Leonardo da Vinci Leicester-kódexe, amely a XVI. század első évtizedében keletkezett, szintén tartalmazza a helyes leírást (tükrírással) és annak sematikus ábráját (Fol. 2 *recto* – lásd https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Vinci_-_Hammer_2A.jpg). Kétségtelen, hogy Leonardo magyarázata nem volt ismert e korban, hiszen a kézirat egy láda mélyén rejtőzött, így Mästlin nevéhez köthető a független felfedezés, valamint az első, nyomtatásban megjelent helyes magyarázat.

⁴² Lásd bővebben Kutrovátz–Suszta–Vassányi (2019). Galilei ugyanakkor nem hivatkozott Mästlin korábbi, hasonló belátásaira. A Galilei-kutató Mario Biagioli (2006: 98 n77) szerint feltehetőleg ennek köszönhető, hogy Mästlin örömmel üdvözölte a *Sidereus nuncius* ellen indított legagresszívabb és legméltatlanabb támadást, Martin Horký cseh csillagász *Brevissima peregrinatio contra Nuncium sidereum* (Modena: 1610) című szövegét.

⁴³ Lásd pl. Granada (2007: 101-102). A kor lutheránus csillagászati környezetében meglepő ez a tartózkodás a próféciák és jelek interpretálásától, állítja például Westman (2011: 262-264), aki szerint mindez a jósló asztrológiával szembeni személyes bizalmatlanságból fakadt. Granada (2007: 105) szerint inkább teológiai, mint „felvilágosult” okok játszottak itt szerepet, ugyanis ezek tartották vissza Mästlint az értelmezések kockázatos területétől.

Bár egyetemi képzése során Mästlin megismerkedhetett a (távcső előtti) csillagászati műszerek – napórák, éggömbök, kvadránsok, Jákob-keresztek, térképek – készítésével és használatával,⁴⁴ méréseit többnyire egyéb eszközökkel végezte.⁴⁵ Például az 1572-es nóva és az 1577-es üstökös pozícióját úgy mérte, hogy egy képzeletbeli kereszt metszéspontjához hasonlította: keresett az égen két pár olyan (ismert koordinátájú) csillagot, amelyeket összekötő egyenesekre (pontosabban főkörökre) ráesett a vizsgált objektum, és egy kifeszített fonal segítségével vizsgálta az ehhez képesti elmozdulást,⁴⁶ melyet szférikus trigonometriai számításokkal pontosan meg tudott határozni. Emellett már 1577-ben órával mérte és igyekezett rögzíteni az észlelések pontos időpontját – egyik vezető alakjaként annak a nemzedéknek, amelyik meghonosította ezt a gyakorlatot (igaz, az órák még többnyire nem voltak elég pontosak ehhez). Kepler is ismertet néhány Mästlintől származó mérési eljárást, többek között egy módszert napfogyatkozások észlelésére *camera obscura* segítségével.⁴⁷ Miután a távcső megjelent, Mästlin is beszerzett két példányt, hogy saját szemmel ellenőrizhesse a napfoltok és a Jupiter-holdak létét.⁴⁸ Legendás látásáról tanúskodik egy feljegyzés, amely szerint a Plejádok (Fiastyúk) csillaghalmaz 11 tagját azonosította, s ezek relatív pozícióit nagy pontossággal (2') kimérte.⁴⁹ Kepler szerint Mästlin „látása egyedülálló élességének köszönhetően komoly gyakorlatra tett szert a Vénusz nappali észlelésének terén.”⁵⁰ Végül az észlelések⁵¹ iránti lelkesedését illusztrálja az is, hogy még 1628-ban, 78 évesen is készített jegyzeteket egy holdfogyatkozásról.

⁴⁴ Korábban említettük, hogy tanára, Philipp Apian alapos ismerője és tanítója volt a témakörnek.

⁴⁵ Az 1577-es üstökösről írott művében felsorolta a szokásos mérőeszközöket, majd megjegyezte, hogy ezek közül csak egy kvadránst használt, mert általában nem bízott bennük. Idézi Hellman (1944: 152).

⁴⁶ A módszer gyakorlati használhatóságát vizsgálja Green (2004: 695). Stephenson és Clark (1977) megállapították, hogy Mästlin mérései az SN 1572 pozíciójáról pontosabbak voltak, mint Tychoéi, akinek a mérőeszköze és/vagy a technikája kis szisztematikus hibát eredményezett.

⁴⁷ *Ad Vitellionem*, 11. fejezet, 14. probléma.

⁴⁸ Ugyanakkor Mästlin egy Keplernek küldött levelében (1610. szeptember 7.) azt állítja az egyik eszközről, hogy túl gyengének bizonyult, és a kérdéses jelenségek nem voltak megfigyelhetők általa (JKGW 16: 333-334).

⁴⁹ Winnecke (1878) idézi a *Historia Coelestis* 1666-os augsburgi kiadását (szerk. Lucius Barretus), valamint megjegyzi, hogy Kepler a *Dissertatio cum nuncio sidereo* c. művében 14-re teszi a Mästlin által a halmazban látott tagok számát (a modern kritikai kiadás szövegezése: *MAESTLINVS maiusculas in Pleiadibus ordinarie numerat, nisi fallor, quatuordecim, non infra magnitudinum terminos* – JKGW 4: 303). A néphagyományok és mitológiák ennél jóval kevesebb csillagot, többnyire hetet tartanak számon (lásd az angol *Seven Sisters*, a német *Siebenhengstirn* vagy az erdélyi *Hetevény* elnevezést). A legkorábbi görög csillagkép-ismertető, a *Phainomena* szerzője, a Kr.e. III. századi Aratos szintén arra hivatkozik, hogy az emberek hét halvány csillagot tartanak számon a Pléiades részeiként, és felsorolja a neveiket is, miközben megjegyzi, hogy „a szemnek csak hat látható” (*Phainomena* 254-267, ezen belül 257-258).

⁵⁰ *Ad Vitellionem*, 4. fejezet utolsó mondata (JKGW 2: 142): *Est autem et MOESTLINVS ob singulare visus acumen, in Venere de die obseruanda exercitissimus.*

⁵¹ Egy több helyütt emlegetett észlelésére érdemes röviden kitérnünk a pontosság – és a hivatkozásokkal kapcsolatos tanulságok – végett. Számos internetes és néhány nyomtatott forrás (pl. az angol Wikipedia *Michael Maestlin, Planetary transits and occultations, History of Mars observation* cikkei) említi, hogy Mästlin megfigyelt egy rendkívül ritka eseményt, a Mars Vénusz általi fedését 1590. október 13-án, és forrásként Albers (1979)-et jelölik meg. Az említett cikk azonban meg sem említi Keplert vagy Mästlint, csupán kiszámítja az elmúlt évszázadok bolygófedéseit, és ezek között láthatjuk, hogy a mondott időpontban tényleg volt egy ilyen okkultáció. Hivatkozik viszont Meeus (1970)-re, amely Ashbrook (1956)-ra hivatkozva elmeséli, hogy Mästlin és Kepler megfigyelte a Jupiter (!) és a Mars együttállását 1591. január 9-én, és úgy látták, hogy a Mars elfedi a Jupitert (ami azonban tévedés, mert a modern számítások szerint ez egy közeli együttállás, de nem fedés volt). Az Ashbrook által (forrásmegjelölés nélkül) említett esetet viszont Kepler írja le az *Ad Vitellionem*... VIII/5. fejezetében, amely kifejezetten az égitestek fedéseiről szól, és ugyanitt (JKGW 2: 264) azt is megjegyzi, hogy Mästlin tényleg látta a Mars Vénusz általi fedését

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

Matematikai szemlélete is azt a mentalitást példázza, amellyel előnyben részesítette kora újdonságait a hagyományok tekintélyével szemben. A csillagászat korabeli matematikai eszköztára elsősorban a trigonometriai ismereteket, azoknak is az ún. szférikus (azaz gömbfelszínen érvényes) változatát foglalta magába. Ezt az ókori Ptolemaios munkájának mintájára fejtette ki Copernicus a *DR* oldalain,⁵² ami egy alapvetően geometriai kérdés (adott középponti szögekhez tartozó húrok hossza a körben) döntően geometriai eszközökkel való tárgyalását jelenti. Ugyanakkor Regiomontanus (Johannes Müller, 1436-1476) és követői munkássága nyomán kialakult a területnek egy olyan tárgyalásmódja, amely derékszögű háromszögek oldaláraiként felfogott, a ma használtaknak megfelelő szögfüggvényeket vizsgált, és amit Regiomontanus algebrai kalkulációs eszközökkel egészített ki.⁵³ Mästlin egyike volt ezen új megközelítés lelkes követőinek, melyet igen hatékonynak talált a számítások szempontjából. Érdekes adalék, hogy az ő egyik szövegében jelent meg először az aranymetszést kifejező állandó értékének decimális alakját megadó számjegysor: „körülbelül 6180340.”⁵⁴

Mästlin azonban nem mindenben követte a ma modernnek tűnő álláspontot: lutheránusként hevesen ellenezte a XIII. Gergely pápa által előírt naptárreformot, s így 1583 és 1593 között hosszú és keserves vitába keveredett a naptárreform kidolgozásának háttérében álló Christopher Claviusszal.⁵⁵ Ennek hatására 1590-ben minden addig írott könyve az V. Sixtus pápa által kiadott indexre került.

Halála után egyik volt tanítványa követte a katedrán, a szintén nyíltan kopernikánus Wilhelm Schickard (1592-1635), aki Mästlin utolsó éveiben asszisztensként segédkezett neki. Schickard készítette a metszetek

1590. október 3-án (a 10 napos eltérés oka, hogy a modern számítások már a Gergely-naptárat veszik alapul). Kepler műveinek latin nyelvű összkiadásában az *Ad Vitellionem* vonatkozó szöveghelyéhez a szerkesztő fűzött egy jegyzetet (Frisch, ed. 1859: 431 n82), amely szerint ezen állítások forrása Mästlin korábban említett *Disputatio de eclipsibus* c. művének 18. oldala (lásd online: <https://archive.org/details/joanniskeplerias02kepl/page/n445>). Egyébként ezek az észlelések igen érdekesek lehetettek volna a bolygók sorrendjének problémája szempontjából (lásd későbbi jegyzeteinket). Sajnos azonban szabadszemes észlelésekkel nem lehet megalapozott tanulságot levonni gyakorlatilag pontszerű, ám fényes objektumok egybeeséséből (vagyis hogy melyik fedi el melyiket).

⁵² Ptolemaios *Syntaxis* I/10, 13, Copernicus *DR* I/12-14.

⁵³ Regiomontanus elméleti alapműve, a *De triangulis omnimodis* 1464-ben keletkezett, de nyomtatásban csak 1533-ban látott napvilágot Nürnbergben. Így Copernicus esetében nem arról van szó, hogy a hagyományos formát előnyben részesítette volna a modernnel szemben – erre utal, hogy az I/13-14. fejezetekben sík- és gömbi háromszögek geometriáját tárgyalja, ami fogalmilag a trigonometria modernebb szemléletének irányába mutat –, hanem arról, hogy az új tárgyalásmód részletei ismeretlenek voltak a számára. Mivel a Rheticus által ajándékba hozott kötetek (lásd a következő szakaszt) egyike épp Regiomontanus műve volt, feltételezhető, hogy a *DR* nyomdába bocsátásával kapcsolatos késlekedés egyik oka abban rejlett, hogy Copernicus át szeretne volna dolgozni a matematikai részeket az újabb fejlemények fényében (lásd Gingerich 2004: 16), ám erre már nem maradt ideje.

⁵⁴ Kiegészítő magyarázatként egy Kepler által 1597-ben neki írt levél margóján: *Hinc qualium EA est 10000000, talium ED est 6180340 fere, et AD 7861514 fere.* (JKGW 13: 144). A $(\sqrt{5} - 1)/2$ mennyiség (egyébként 7 jegyre valóban pontosan megadott) értékéről van szó, ez pedig az $x/(1 - x) = 1/x$ egyenlet (egyik) gyöke, vagyis annak megoldása, hogy „a nagyobb szelet úgy aránylik a kisebbhez, mint a teljes szakasz a nagyobb szelethez” (Eukleidés: *Elemek* VI/3D). Megjegyzendő, hogy az interneten számos olyan, Mästlinnel kapcsolatos weboldal található (pl. angol és német Wikipedia, MacTutor History of Mathematics Archive, stb.), amelyek hibásan a „0,6180340” alakot tulajdonítja Mästlinnek (ráadásul tévesen egy Keplernek írt levélre utalva), ám ez anakronizmus, tekintve hogy a tizedes törteket ugyan Simon Stevin (1548-1620) vezette be 1585-ben, ám még más jelölésmóddal, és a mai írásmód ekkor még nem volt ismert.

⁵⁵ Lásd Hamel (2002). Westman (2011: 281) szerint főleg Mästlin erőfeszítéseinek köszönhető, hogy a német protestánsok nem fogadták el az új naptárt.

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

egy részét Kepler egyik művéhez (*Harmonices mundi libri quinque*, 1619), valamint Keplerrel folytatott levelezéséből tudjuk, hogy ő építette meg a világ első mechanikus számológépét 1623-ban, amely sajnos egy tűzvészben megsemmisült a következő évben. A fennmaradt leírás és a rekonstrukciók szerint a számítógép különösen alkalmas lett volna arra, hogy a – részben Kepler nyomán – egyre körülményesebbé váló csillagászati számításokat segítse.⁵⁶

A *Narratio Prima*

A *De revolutionibus orbium coelestium*, azaz „Az égi körpályák forgásairól” című mű szerzője, Nicolaus Copernicus, az eddigre már idős (70 éves) fromborki kanonok egy olyan elrendezéssel igyekezett magyarázni az égitestek látszólagos mozgásait, amely szerint a valódi mozgások középpontjában nem a Föld, hanem a Nap áll.⁵⁷ Köztudott, hogy ez az elmélet végül forradalmasította nemcsak a csillagászatot, hanem a tudományok összességét. Ám mielőtt a mű megjelent, már híre ment Copernicus hipotézisének.⁵⁸ Ennek köszönhető, hogy 1539-ben egy látogatója akadt az idős mesternek Georg Joachim Rheticus személyében.

Rheticus (1514-1574),⁵⁹ a pályakezdő matematikus a wittenbergi egyetemről érkezett. Célja az volt, hogy meglátogassa Európa (azon belül is a német nyelvű területek) néhány kiemelkedő csillagászt, és ismereteket gyűjtsön egyeteme és saját maga számára. A Copernicushoz tett látogatása⁶⁰ azonban a tervezettnél hosszabbra, 2 évre sikerült. Ez idő alatt áttanulmányozta a *DR* kéziratát, írt és megjelentetett egy első összefoglalást róla, készített egy térképet Poroszországról, valamint egy eszközt I. (Brandenburgi) Albert porosz herceg számára, amellyel az kiszámíthatta a nappalok változó hosszát. Ezenkívül Albert herceget rávette, hogy engedélyezze Copernicus művének kiadását, s végül meggyőzte Copernicust, hogy bízta rá

⁵⁶ Pl. Kistermann (1985). A számítások egyre több erőfeszítést követeltek, aminek ellensúlyozására olyan technikák kerültek bevezetésre, mint az imént említett tizedes törtek vagy a logaritmus (természetes alapú: John Napier – 1614; decimális alapú: Henry Briggs – 1616).

⁵⁷ Ez az ún. heliocentrikus elmélet. Azonban Copernicushoz a helyzet nem ennyire egyszerű. A kvalitatív leírásban időnként ennek megfelelően fogalmazott (vagyis hogy a Nap van a középpontban), máskor meg úgy, hogy a Nap a világegyetem középpontjának közelében található (mindkét megfogalmazásra található példát a *DR* I/10. fejezetében). Ez utóbbi felfogás szerint a mozgásrendszer középpontja a Föld körpályájának centruma, és ennek közelében van a mozdulatlan Nap (heliosztatikus elmélet). A III/25. fejezetben expliciten tárgyalja e dilemmát, majd a bolygómozgásokat leíró részeknél, az V/4. fejezetben az utóbbi nézetet részesíti előnyben – ez azonban nem kozmológiai, hanem technikai kérdés nála, és tisztában volt a választás önkényes voltával. Kepler esetében a kozmológiai és technikai érvek mind a heliocentrizmust részesítik majd előnyben, ezért erre a kérdésre vissza fogunk térni.

⁵⁸ Elsősorban annak köszönhetően, hogy már az 1610-es évek első felében írt egy rövid értekezést (*De hypothesis motuum caelestium a se constitutis commentariolus*, röviden *Commentariolus*), amelyet kézirat formában eljuttatott néhány krakkói ismerősének, és ebben – technikailag eltérő részletekkel – kifejtette a heliocentrikus elmélet alapjait. Ha nem is állíthatjuk, hogy az ebben leírt gondolatok közismertek voltak, de az kétségtelen, hogy több helyen ismerték őket, pl. Rómában 1533-tól (VII. Kelemen pápa is hallgatott róla előadást) vagy Wittenbergben (Luther név nélkül utalt rá egy 1539-es asztali beszélgetésében).

⁵⁹ Rövid életrajzért lásd pl. Rosen (1975), Murara (2007). Részletesebb bemutatást nyújt Danielson (2006) és Kraai (2003). Kifejezetten a Copernicusszal kapcsolatos momentumok tekintetében hasznos Włodarczyk (2015: 9-70).

⁶⁰ Nem világos, hogy már az útja kezdetén, Wittenbergben betervezte ezt az állomást, vagy csak utazásai során, a nürnbergi látogatásakor hallott Copernicusról, és ekkor döntött a felkeresése mellett – mindkét állítás megtalálható Rheticus későbbi visszaemlékezéseiben (lásd Włodarczyk 2015: 13-14). Baker és Goldstein (2003: 347-350) az utóbbi lehetőség mellett érvel.

műve kéziratát, mellyel Nürnbergbe utazott, és eleinte felügyelte a nyomdai munkálatokat.⁶¹ Eközben külön kiadta (kibővítve) a copernicususi mű trigonometriai fejezeteit és szögfüggvény-táblázatát.⁶²

A *NP*,⁶³ amelyet Rheticus első összefoglalásként megjelentetett a heliocentrikus elméletről, Copernicus beleegyezésével született. A 69 oldalas munka kifejezetten gyorsan, alig néhány hét alatt készült – egyidejűleg azzal, hogy Rheticus átrágtta magát Copernicus hosszú, nehéz és technikai kéziratán.⁶⁴ Rövid összefoglalásként csak a rendszer alapjait ismerteti, és nem tartalmazza a matematikai szerkesztéseket és számításokat. Ugyanakkor felépítése is jelentősen eltér a *DR*-éhoz képest: míg Copernicus műve viszonylag korán (az I. könyv fejezeteiben, különösképp az I/10-ben) leszögezi a rendszer alapjait, addig Rheticus csak óvatosan, eléggé későn tér rá a heliocentrizmus kérdésére,⁶⁵ míg előtte olyan, ettől függetlenül tárgyalható és a száraz, technikai részletekre vonatkozó eredményeket közöl, melyekkel megalapozza Copernicus szakmai tekintélyét.⁶⁶

A *NP* több funkciót is szolgált. Egyfelől előkészítette a *DR* recepcióját, elsősorban a Rheticus által jól ismert protestáns körökben. Másfelől megkönnyítette az utat a *DR* publikációja számára: a *NP* egy levél formájában lett megírva, melynek címzettje a nürnbergi Johannes Schöner (1477-1547), a művet kiadó város központi csillagásza.⁶⁷ Emellett fontos támogatókat és patrónusokat szerzett Copernicus számára.⁶⁸

⁶¹ A Copernicussal folytatott együttműködést részletesen leírja Kraai (2003: 75-150).

⁶² *De lateribus et angulis triangulorum, tum planorum rectilinearum, tum sphaericorum, libellus eruditissimus & utilissimus... Additus est canon semissium subtensarum rectorum linearum in circulo* (Wittenberg: Johannes Lufft, 1542). A kiadáson nem szerepel szerző: bár az alapok Copernicustól származnak, de Rheticus számításai sokkal részletesebbek és pontosabbak. Ez az első olyan trigonometriai táblázat, amely tartalmazza a cosinus függvény értékeit (bár az elnevezést nem használja). Megjegyzendő, hogy Rheticus később megjelentetett egy újabb, immár önálló trigonometriai művet, amely elsőként tartalmazza mind a 6, ma általánosan használt szögfüggvényt (*Canon doctrinae triangulorum*, Leipzig: Wolphgang Günter, 1551), majd ennek folytatásaként óriási, 12 évnyi munkával olyan táblázatokat állított össze, amelyek például a sinus szögfüggvény értékeit 15 jegyre (!) adják meg (mármint tizedes törtekben kifejezve, bár ő még nem tizedes törteket alkalmazott). A táblázatokat tanítványa, Lucius Valentinus Otho (1545/46-1603) fejezte be, majd adatta ki rövidítve, de így is mintegy 1500 oldalon: *Opus palatinum de triangulis*. Neostadium in Palatinatu (Neustadt an der Weinstrasse): Mathaeus Harnisius, 1596. Mindezzel Rheticus a trigonometria történetének egyik kiemelkedő alakja lett (lásd Brummelen 2009: 273-283).

⁶³ A mű facsimile kiadása, a szerkesztő hasznos és részletes bevezetőjével: Włodarczyk (2015). A legtöbbet idézett modern fordítás: Rosen (1971: 107-196).

⁶⁴ Az ajánlásban (JKGW 1: 88) olvashatjuk, hogy a mű megírásának idejére 10 heti munkával elsajátította a *DR* első három könyvét, a negyedik alap gondolatát, és kezdi megérteni az utolsó kettőt.

⁶⁵ Az első említés: id. mű, 99. Ez durván a mű bő negyedének, szűk harmadának felel meg (Poroszország dicséretét nem számítva). A copernicususi alapelv felbukkanása egyébként teljesen váratlan és tematikusan idegen ezen a ponton.

⁶⁶ Ilyen például a Tavaszpont precessiója, az év hossza (kb. fél perc pontossággal: id. mű, 91.), az ekliptika ferdeségének változása, a Nap (látszó) mozgása és excentricitásának változása (s ehhez kapcsolódó saját, asztrológiai értelmezése – Rheticus munkásságának asztrológiai interpretációjához lásd Kraai 2003), valamint a Hold mozgásai. A *NP* összefoglalása itt nem feladatunk, annál is kevésbé, hogy – amint látni fogjuk – Mästlin előszava valójában nem a *NP*-hoz, hanem Kepler művéhez kapcsolódik.

⁶⁷ Schöner volt Rheticus csillagászokat látogató útjának egy korábbi állomása, aki biztatta, esetleg egyenesen rávette Rheticust a távoli Fromborka való utazásra, és ellátta Copernicusnak szánt ajándékokkal, többek között 5 nyomtatott tudományos szöveggel.

⁶⁸ A címzett Schöner mellett mások méltatásával is találkozhatunk. Legfontosabb I. Albert herceg, akinek megnyerésére szolgál a *NP* utolsó, a többitől független, ám igen terjedelmes fejezete, „Poroszország dicsérete” címmel. Az elmúlt évtizedekben komoly figyelem fordult a patronálás tudománytörténeti szerepe felé, lásd ebben az esetben pl. Baker és Goldstein (2003), akik szerint mind Rheticus látogatása, mind a *NP* kiadása, mind a *DR* kiadásának helyszíne a patronálási viszonyokkal magyarázható.

Végül pedig tesztelte a heliocentrikus elmélet fogadtatását. Ez utóbbi (is) pozitív eredményt hozott: a fokozott érdeklődés hatására a *NP* első kiadását egy éven belül egy második követte (Basel, 1641), mely ugyancsak komoly figyelmet és elismerést kapott. Copernicus így végül beadta a derekát, és beleegyezett régóta visszatartott munkájának publikálásába.

Bár azt gondolhatnánk, hogy a *DR* megjelenése után a *NP* feleslegessé vált, hiszen immár első kézből megismerhetők lettek Copernicus eszméi, ám a mű utóélete nem ezt mutatja.⁶⁹ Amellett, hogy a technikai részleteket nem értő olvasók számára sokkal jobb forrása volt a copernicusi eszméknek, mint a *DR*, még fontos kopernikánus csillagászok is, mint pl. Mästlin vagy Kepler továbbra is hivatkoztak rá és tanultak belőle.⁷⁰ Mindenesetre több kiadást ért meg az általa bemutatott műnél: míg a *DR* második kiadása 1566-ban jelent meg (Basel), a harmadik 1617-ben (Amsterdam), majd a következők már a XIX. század második felében (1854, 1873), addig a *NP* harmadik megjelenése az 1566-os *DR*-kiadás részét képezi,⁷¹ a negyedik és az ötödik megjelenés pedig Kepler művének, a *MC*-nak első és második kiadásában történt (1596, 1621) Mästlin jóvoltából.⁷²

Mästlin az itt közölt Előszava végén a következő indokokat hozza fel az újabb kiadás mellett: egyrészt Kepler műve többször hivatkozik a *NP*-ra,⁷³ másrészt az „nem forog közkézen” (a korábbi kiadások példányai eddigre kezdtek ritkaságszámba menni), harmadrészt Kepler szövege kissé túl tömör, és rászorul a copernicusi rendszer részleteivel kapcsolatos kiegészítő magyarázatokra, melyeket az olvasó a *NP*-ban megtalálhat. Az indoklás azért is szükséges, mert – mint Mästlin elismeri – a közlés Kepler tudta és beleegyezése nélkül történt.⁷⁴ Ennek és a további motivációknak a megértéséhez meg kell vizsgálnunk, milyen szerepet töltött be Mästlin a *MC* kiadásában.

⁶⁹ Az viszont igaz, hogy a *Narratio secunda*, vagyis „második beszámoló”, melyet Rheticus számos helyen beígért a művében (pl. JKGW 1: 126 – tervezi elkezdni, amint átrágtá magát a *DR* egészén) már sosem jelent meg. Lásd az itt közölt fordítás utolsó bekezdését.

⁷⁰ Tredwell (2004) is amellett érvel, hogy a *NP* a XVII. század első feléig fontos szöveg volt, amelyik gyakran helyettesítette a *DR*-t.

⁷¹ Fol. 196v-213r. Az első két kiadás szinte teljesen megegyezik egymással, pusztán egy újabb dicsőítő levél jelenik meg a másodikban. A harmadikat azonban másképpen tördelik, és kimarad a Poroszországot magasztaló utolsó fejezet – ami aztán a további kiadásokban újra megjelenik. A különböző kiadásokat összeveti Tredwell (2004: 306-307), valamint Rosen (1971: 10-11).

⁷² Igaz, ezek után már a *NP* is csak a XIX. században (1854, majd 1873) került legközelebb kiadásra.

⁷³ Ez persze Mästlin közbenjárásának köszönhető, ugyanis Kepler nem is ismerte a *NP*-t a *MC* írásakor. Ezért közvetlenül a *DR*-ből kellett kivonatolnia a legfontosabb állításokat, ami megnehezítette a dolgát. Ahogy a *MC* előszavában írja: „És e célból részben Mästlin előadásaiából, részben pedig saját erőből lassacskán összegyűjtöttem azokat az előnyöket, melyek által Copernicus a matematikában megelőzi Ptolemaioszt – e fáradozástól azonban egykönnyen mentesíteni tudott volna Joachim Rheticus, aki az egyes tételeket velősen és áttekinthetően előadta az *Első beszámoló*­jában.” (JKGW 1: 9)

⁷⁴ Ugyanakkor Kepler már korábban fontolóra vette a közlés lehetőségét, lásd ehhez a fordítás megfelelő szöveghelyéhez fűzött jegyzetünket.

A *Mysterium cosmographicum* és Mästlin szerepe

Miután Johannes Kepler (1571-1630)⁷⁵ abbahagyta a tübingeni egyetemen folytatott teológiai tanulmányait (1594), és Grazban telepedett le, hogy betöltse matematikatanári állását, hozzáfogott első művének megírásához, amely 1596-ban jelent meg nyomtatásban.⁷⁶ Azontúl, hogy a *MC* az első könyv terjedelmű kiállítás Copernicus mellett,⁷⁷ megjelennek benne Kepler későbbi munkásságának fontos elemei, amelyekkel túllép Copernicuson legalább két fontos ponton: egyrészt az égitestek mozgásait a Naptól eredő hatás okozataiként értelmezi (magyarul fizikai okokat keres, lásd későbbi jegyzeteinket), másrészt a matematikai harmóniát teszi meg a világ megértésének kulcsává.

Ez utóbbi elv szolgáltatja a mű apropóját és fő tézisé, amely szerint a kozmosz szerkezetének titka abban rejlik, hogy a bolygópályákat képviselő szférák (gömbhéjak) közé beszerkeszthetők – megfelelő sorrendben – az ún. tökéletes vagy platóni testek, azaz minden két szomszédos szféra közé elhelyezhető egy ilyen poliéder úgy, hogy a belső szféra belülről érinti (lapjainak középpontjait), a külső pedig kívülről (a csúcsait). Ez az elrendezés választ ad két fontos kérdésre: egyrészt arra, hogy miért éppen hat bolygó van,⁷⁸ másrészt arra, hogy azok miért akkora távolságra helyezkednek el egymástól, mint amekkora Copernicus elméletéből adódik a számukra.⁷⁹

Ahhoz, hogy Kepler igazolni tudja ezt a modellt, szüksége volt a bolygópályák pontos méreteire. Mivel ezeket Copernicus a *DR*-ban nem állapította meg kellő pontossággal, sőt mivel ezek a modelljén alapuló, 1551-ben Erasmus Reinhold által megjelentetett *PT*-ből is kimaradtak, Kepler korábbi tanárához, Mästlinhez fordult az adatokért.⁸⁰ Mästlin azonnal támogatólag reagált Kepler modelljére, feltehetőleg azért,

⁷⁵ E bevezetőnek nem feladata, hogy ismertesse Kepler életét vagy munkásságát, ezeknek számos helyen utána lehet nézni. Magyarul Koestler (1959) fordítását ajánljuk. A legrészletesebb és legtöbbit használt életrajz Caspar (1993).

⁷⁶ Tömör, de kitűnő összefoglalásért lásd Dreyer (1953: 373-379). Részletesebb elemzést nyújt pl. Voelkel (2001: 11-93).

⁷⁷ Ahogy az eddigiekből is láthattuk, a XVI. század második felének csillagászai és nem csillagászai egyaránt nehezen küzdöttek meg a copernicusi elmélethez való viszonyulás kérdésével. A kevés támogató mellett (Rheticuson és Mästlinen kívül pl. Thomas Digges-t vagy – legalábbis részben, bár radikalizált formában – Giordano Brunót lehet említeni) sokan voltak a vonakodók, akik a copernicusi elmélet bizonyos elemeit vették át a heliocentrikus rendszer egésze helyett (pl. a geo-heliocentrikus megoldások), illetve még többen voltak az ellenzők. A publikus attitűdöket nagy mértékben az egyházak reakciói formálták, amiről összefoglalást nyújt magyarul Vassányi (2017a).

⁷⁸ Az öt ún. szabadszemes, ősidők óta ismert bolygóhoz (Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz) a copernicusi rendszerben a Föld is hozzájárul hatodikként, viszont a korábban hasonlóan tekintett Nap és Hold más státuszra tesz szert. (A következő bolygót, az Uránuszt csak 1781-ben fedezi fel William Herschel.) Míg Copernicuskor nem merült fel a bolygók számának okára vonatkozó kérdés, a pythagoreus gyökerű számmissztikára hajlamos Rheticus már tárgyalja a problémát (JKGW 1: 105), és arra vezeti vissza, hogy a 6 az első tökéletes – azaz önmagánál kisebb osztóinak összegével egyenlő – szám (Eukleidés: *Elemek* VII/23D). Kepler elutasítja Rheticus magyarázatát (JKGW 1: 10), és saját megfontolását arra alapozza, hogy mivel pontosan 5 platóni – vagyis egybevágó szabályos sokszögek által határolt – test létezik (tetraéder, kocka, oktaéder, dodekaéder, ikozaéder), így ezek éppen 6 szféra közé szerkeszthetők be. Megjegyzendő, hogy a tökéletes testek számát éppen Eukleidés *Elemekjének* utolsó tétele bizonyítja, mintegy a geometriai alapok kifejtésének megkoronázásaként (XIII/18 számozott tétel utáni számozatlan gondolatmenet – ezt már csak egy egyszerű lemma (XIII/18L) követi a modern kiadásokban).

⁷⁹ A szférák közti térközök fellépéséről és nagyságáról lásd a fordításhoz fűzött magyarázó jegyzeteket. Hogy Kepler mennyit küzdött a térközök problémájával, és milyen egyéb magyarázatokkal próbálkozott, arról részletes összefoglalást nyújt a *MC* előszava (JKGW 1: 10-13).

⁸⁰ Több, 1595-ben írt levelében is, lásd JKGW 13: 27-32, 33-46.

mert az általa favorizált copernicusi elmélet újabb alátámasztását látta benne. Válaszához⁸¹ csatolta a Kepler által kért számításokat, jelezve, hogy azokat a *PT* alapján kell elvégezni.⁸² A dolgozat címe e még nem publikus verzióban a következő volt: „A világ szféráinak méretei a *Porosz táblázatok* számítása szerint, Nicolaus Copernicus hipotézisei alapján” (*Dimensiones sphaerarum mundi juxta calculum Tabularum Prutenicarum secundum hypotheses Copernici*). Ez a szöveg azonban többet is elvégez annál, mint hogy kiszámítja a Kepler által kért adatokat, ugyanis tömören és világosan bemutatja a Nap, a Hold és a bolygók mozgásának heliocentrikus elméletét, ám olyannyira átdolgozva Copernicus modelljeit, hogy a XVI. században publikált bolygóelméletek közül talán ez tekinthető a legfejlettebbnek.

Kepler hálásan fogadta az adatokat, de kritikai észrevételeket és ellenvetéseket is tett a dolgozat részletei kapcsán. Kibontakozó levelezésük során fontos eredmények születtek:⁸³ egyrészt jelentős belátásokra jutottak a Merkúr távolsága kapcsán, másrészt megvitatták a szférák mibenlétét (és Mästlin eltávolodott a szilárd szféra fogalmától),⁸⁴ harmadrészt pedig valóban heliocentrikussá tették a copernicusi elméletet.⁸⁵ Ezen levelezés⁸⁶ tanulságaiból nőtt ki a *MC 22.* fejezete, mely a bolygómozgások okait firtatja, és így – kissé távolabbi összefüggéseket is megkockáztatva – alapul szolgál azoknak a megfontolásoknak, melyek később a bolygómozgás-törvények születését is motiválták.

⁸¹ 1596. február 27. = JKGW 13: 54-65.

⁸² Ezeket a számításokat maga Erasmus Reinhold is elvégezte, ám nem a *PT* részeként, hanem egy, a *DR*-hoz készülő kommentárban kívánta megjelentetni. Sajnos azonban korai halála (1553) ebben megakadályozta, így Mästlin nem ismerhette Reinhold eredményeit, lásd erről az itt közölt előszavának végén olvasható panaszát, valamint a megjelent dolgozat bevezetőjét (JKGW 1: 132). Reinhold és Mästlin számításait összeveti Grafton (1973: 526), és azt állapítja meg, hogy ezek igen jó egyezést mutatnak. Egyébként Mästlin ugyanezt a problémát megoldotta már az 1571-es szakdolgozatában is.

⁸³ Elemzésért lásd Grafton (1973), Grasshoff (2012).

⁸⁴ Kepler egyenesen kétségbe vonta őket a *MC*-ban (16. és 22. fejezet): JKGW 1: 56-57, 76-77.

⁸⁵ Egy korábbi jegyzetünkben említettük, hogy Copernicus még a földpálya középpontjához vonatkoztatta a bolygómozgásokra alkotott modelljeit. Mästlin is ebből indult ki a dolgozatában, ám egy ponton (a Mars tárgyalásánál – JKGW 1: 140) reflektált arra, hogy a számítások szempontjából is érdemesebb a Napot valódi középpontnak tekinteni. Kepler eleve a Napot javasolta a középpontnak, mert ekkor a Föld szférájának is lenne vastagsága (excentrikus köre miatt), nemcsak a többi bolygónak, és így nem lenne kitéve a bolygók között. A *MC* vonatkozó táblázatában (JKGW 1: 54) külön oszlopban (1. és 2.) adta meg a copernicusi-reinholdi és a „valódi heliocentrikus” adatokat.

⁸⁶ A szóban forgó levelezés egyébként azt is illusztrálja, hogy Mästlin az egyetemi képzés végeztével is folytatta Kepler oktatását azáltal, hogy tanácsokkal, korrekciókkal és kért információkkal segítette. Grasshoff (2012) hangsúlyozza, hogy Kepler itt még viszonylag sok hibát ejtett, és sokszor képzetlennek bizonyult, ám Mästlin valódi tanárként viselkedett. Kettejük kapcsolatát Rosen (1974: 168) így jellemezte: „A tudomány teljes történetében nem található szebb példa az ideálisan működő oktatási folyamatra.” Megjegyzendő, hogy 1600 után Mästlin részéről a kapcsolat megromlott (bár Kepler továbbra is kereste a kapcsolattartás lehetőségét). Ebben Granada (2014: 102 n16) szerint szerepet játszott Mästlin féltelme, hogy Kepler engedély nélkül publikálja leveleit, Voelkel (2001: 69) pedig felteszi, hogy a fizikai erők csillagászati szerepével kapcsolatos véleménykülönbségük is hozzájárult ehhez. Valószínű, hogy az egyik legfőbb tényezőt az jelentette, hogy Kepler Mästlinnél érdeklődött álláslehetőség iránt a tübingeni egyetem környékén, ám mestere ebben nem tudott segíteni, és ez késztette válaszainak elmaradására.

A dolgozat feljavított változata végül a *MC* függelékeként jelent meg némileg módosított cím alatt.⁸⁷ Ám az itt közölt előszó mellett nem ez az egyetlen hozzájárulás Mästlin részéről a kiadáshoz.⁸⁸ Időnként pontosította és továbbiakkal egészítette ki azokat a széljegyzeteket, amelyek a *NP* eddigi kiadásainak is részét képezték: ezek főként címszavak és összefoglalások, illetve hivatkozások Copernicus, Ptolemaios, Aristotelés stb. konkrét szöveghelyeire. Ezekon kívül sorközi kommentárokat is írt, mint például Copernicus születési dátumáról percre pontosan (Rheticus beszámolója alapján) és halálának napjáról (hibásan),⁸⁹ vagy Tycho 1588-as beszámolójához arról, hogy állítólag sikeresen megmérte a Mars parallaxisát oppozícióban.⁹⁰ Végül pedig összesen négy ábrával (és a hozzájuk fűzött részletes magyarázatokkal) is kiegészítette a *NP*-t,⁹¹ amely eredetileg nem tartalmazott ábrákat.⁹²

⁸⁷ *De dimensionibus orbium et sphaerarum coelestium iuxta Tabulas Prutenicas, ex sententia Nicolai Copernici.* JKGW 1: 132-145. Angol fordítása: Grafton (1973: 532-550).

⁸⁸ Grasshoff (2012: 57) szerint Mästlin „több egy függelék szerzőjénél: ő volt felelős azon csillagászati elmélet kimunkálásáért, amelyen Kepler első főműve alapul. Így Mästlint jogosan tarthatjuk a *Mysterium* társszerzőjének.” Az itt felsorolt kiegészítések mellett Mästlinnek komoly érdemei vannak a nyomdai munkálatok felügyeletében is, ugyanis a tübingeni egyetem adta ki a művet. Caspar (1993: 66) leírja, hogy időt és fáradságot nem kímélve Mästlin naponta többször ellátogatott a nyomdába, és személyesen instruálta a nyomdászt. Közreműködéséről lásd Voelkel (2001: 41-45), valamint a mű megjelenése utáni reakciójáról: id. mű (67-69).

⁸⁹ JKGW 1: 89.

⁹⁰ JKGW 1: 119-120. Szemben a geocentrikus szféraelmélettel, amely szerint a Mars mindig a Nap szférája felett található, vagyis a bolygó legkisebb távolsága is meghaladja a Nap legnagyobb távolságát, a copernicusi elmélet azt jósolja, hogy oppozíciókor, azaz a Mars Nappal szembeni helyzetében a Föld közelebb van bolygószomszédunkhoz, mint a Naphoz, tehát ilyenkor a Mars parallaxisa nagyobb, mint a Napé. Rheticus ezt a geocentrikus világméretet cáfoló tényként jegyezte meg a *NP*-ban egy helyütt (*quin maiorem nonnunquam quam ipse Sol diuersitatem aspectus admittat* – JKGW 1: 99), másutt viszont csak szorgalmas észleléssel a jövőben kimutathatónak tételezte (*quemadmodum diligens testabitur obseruatio* – JKGW 1: 119). Ez utóbbi passzushoz fűzött egy hosszas megjegyzést Mästlin, amely Tycho egy 1588-as, Caspar Peucer számára küldött levelének a kivonata, ahol Tycho állítja, hogy sikeresen kimérte a Mars parallaxisát az 1582-es oppozíció alkalmával. Ez a mérés egy új, erős empirikus bizonyítékot nyújtana a copernicusi elmélet mellett – azonban sajnos hibás, ahogy azt Kepler a *MC* 11. fejezetében kimutatja. (Egyébként a mondott parallaxis túl kicsi ahhoz, hogy szabadszemes észleléssel kimérhető legyen.) Ezért Mästlin az 1621-es kiadásban cáfolja (de meghagyja) a saját korábbi kommentárját (JKGW 1: 439-440). A történehez lásd Gingerich–Voelkel (1998), Tycho mérését elemzi Goldstein–Barker (1995: 401-403). Az oppozícióban lévő Mars parallaxisa első sikeresnek tekintett méréseit egyébként 1672-ben végezte el John Flamsteed (1646-1719) és Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) – egymástól függetlenül és eltérő, de távcsöves és precíziós módszerekkel –, ám a viszonylag jó eredmény ellenére még ezek is (módszertani szempontból) igen pontatlanok voltak (van Helden 1985: 129-143).

⁹¹ Ezek rendre: (1) A Tavaszpont mozgásáról (azaz a precesszióról) (JKGW 1: 96). (2) A szférák heliocentrikus rendszeréről (id. mű 103). Megjegyzendő, hogy ez az ábra Copernicushoz hasonló (*DR* I/10), de egyrészt itt vastagok a szférák (szemben Copernicus sematikus köreivel), másrészt vannak közöttük rések (lásd ezek jelentőségéről a fordításhoz fűzött jegyzeteinket). Ugyanakkor a méretek itt még csak jelképesek – lásd Kepler hasonló, de jóval pontosabb ábráját a *MC*-ban (JKGW 1: 49). (3) A *DR* III/4. fejezetének ábrája (id. mű 109), amely al-Tusi (1201-1274) eszközét illusztrálja (szabályos körmozgások eredőjeként periodikus, de lineáris mozgást – *libratio* – állít elő). Az eszközről és Copernicus felhasználásáról lásd di Bono (1995). (4) Az északi pólus mozgásáról (precesszió, librációk stb. hatására; JKGW 1: 111).

⁹² Grasshoff (2012) feltételezi, hogy még az is Mästlinnek köszönhető, hogy egyáltalán ábrák kerültek a *MC*-ba, ugyanis ő javasolta, sőt esetenként tervezte őket. Szerinte nem kizárt, hogy Mästlin a mű négy legnagyobb ábrájának szerzője.

Michael Mästlin: *Előszó <Rheticus Első beszámolója elé>*⁹³

<86> *A göppingeni*⁹⁴ *Michael Mästlin Magister üdvözli a pártatlan olvasót.*

Platón méltán nevezi a geometriát és az aritmetikát a csillagászat szárnyainak.⁹⁵ A geometria ugyanis nem csupán a csillagok⁹⁶ útvonalát leli meg a különböző időpontokban végzett megfigyelések alapján az olyan égitestben, amely meghatározott méretű [*Quantum*], gömb alakú, és körkörös mozgással szabályosan mozog,⁹⁷ hanem a szabályos mozgások alapján a jelenségek szabálytalanságát is megmagyarázza,⁹⁸ és világossá teszi azok bizonyos mértékeit, továbbá bizonyítja e nagyszerű testek nagyságát [*magnitudines*], valamiként a magasságát [*altitudines*] is.⁹⁹ Az aritmetika pedig – miközben e meghatározott méretű test részeit számokban fejezi ki, ama nagyságokat és magasságokat megméri, táblázatokba foglalja, melyekből bármely adott időpontban megismerhető minden csillag helye, sőt az égbolt egész arculata.¹⁰⁰ Bár mindez csodálatra méltó s nagyszerű, a mi kiváló

⁹³ Fordításunk alapja a *MC* első kiadásának 86-90. oldalain olvasható szöveg, melyet összevetettünk a JKGW 1: 82-85. oldalával.

⁹⁴ Göppingen, Mästlin szülővárosa Baden-Württemberg tartományban Stuttgarttól, a tartományi székhelytől keletre fekszik.

⁹⁵ Ez a csillagászat és matematika viszonyát kifejező metafora népszerű volt a korban, Kepler is többször említi, és ábrázolásra kerül a *Tabulae Rudolphinae, quibus astronomicae scientiae, temporum longiquitate collapsae Restauratio continetur* (Frankfurt: Jonas Saurius, 1627) c. művének borítóján. Mästlin is megismétli pl. a *MC* függelékében (JKGW 1: 137). Ugyanakkor a kutatók nem találták szövegszerű nyomát Platón műveiben, lásd Jardine (1988: 186 n168). Tartalmát tekintve vitathatatlan, hogy Platón az *Állam* VII. könyvében (522 C 5-530 C 1) és a *Törvények* VII. könyvében (főleg 817 E 5-818 E 2) egy olyan didaktikai elméletet fejt ki, amely szerint a számtan és a mértan tanulása előfeltétele a csillagászat elsajátításának. Ezt a gondolatot – a szárny metaforája nélkül – egyébként Reinhold is leírja a *PT* előszavában (1551: 1v; lásd online: <https://www.e-rara.ch/zut/wihibe/content/pageview/143089>).

⁹⁶ A korabeli terminológia csillag (*stella*) alatt nemcsak az állócsillagokat, hanem a bolygókat, sőt gyakran a Napot és a Holdat is értette, vagyis minden égitestet – pontosan úgy, mint a görög ἀστήρ terminus alatt. Az utóbbihoz (Ptolemaios apropóján) lásd Toomer (1984: 21).

⁹⁷ A klasszikus görög csillagászati hagyomány követői csakis körmozgásokat (és többnyire egyenletes sebességű körmozgásokat) használtak az égi mozgások leírására, támaszkodva például Platón *Timaios*ára (34 A 1-4: κίνησιν γὰρ ἀπένεμεν αὐτῶ τὴν τοῦ σώματος οἰκείαν, τῶν ἐπὶ τὴν περι νοῦν καὶ φρόνησιν μάλιστα οὕσαν· διὸ δὴ κατὰ ταῦτὰ ἐν τῷ αὐτῷ καὶ ἐν ἑαυτῷ περιεργαζὼν αὐτὸ ἐποίησε κύκλῳ κινεῖσθαι στρεφόμενον; valamint 38 C 3-40 D 5) vagy Aristotelés *De coelo* című művére (*Az égbolt*, I. könyv, 2-5. fejezetek). Ennek eredeti formáját az Eudoxos és Aristotelés nevével fémjelezhető szféraelmélet nyújtja, ahol közös középpontú gömbhéjak (egyenként) egyenletes forgásainak összessége modellezi az égitest látszólagos mozgását (lásd később); egy másik változatát a Hipparchos és Ptolemaios által képviselt epiciklusos-excenteres elmélet kínálja, amely egysíkbeli, de nem közös középpontú körmozgások szuperpozícióira támaszkodik. A körmozgások elvéhez Copernicus is ragaszkodott (*DR* I/4 fejezet). Érdemes kiemelni, hogy éppen a Kepler által nagyjából egy évtized múlva felfedezendő bolygómozgás-törvények lesznek azok, amelyek véget vetnek az egyenletes körmozgásokon alapuló kétezer éves hagyománynak.

⁹⁸ Ugyanis szabályos körmozgások összetételével bármilyen (periodikus) szabálytalanság visszaadható – ilyenek például a bolygók (látszólagos) visszafordulásai az égi vándorlásuk mentén. („[M]eg kell vallanunk, hogy mozgásaik körkörösök vagy több körből összerakottak, amennyiben e szabálytalanságaikat [*inaequalitates*] bizonyos törvény szerint és állandó visszatérésekkel [*restitutionibus*] hajtják végre” – *DR* 1543: 2v, ford. Vassányi 2017b: 155.) Elképzelhető, hogy a „jelenségek megőrzése” (σώζειν τὰ φαινόμενα, *salvare apparentias*) kifejezés, melyet Simplicios Platónnak tulajdonít, eredetileg a körmozgások ezen modellezési képességét fejezi ki, ám Duhem (1908) klasszikus elemzése nyomán az ún. antirealista tudományfelfogás szlogenjévé vált. A matematikai és fizikai értelem közti átmenetről lásd Aiton (1981: 78-81).

⁹⁹ A kozmológiai kiterjedések mérésének és számszerűsítésének hagyománya feltehetőleg Aristarchossal és Hipparchossal kezdődött, és mivel a jelen előszóhoz több szálon kötődik, későbbi jegyzeteinkben részletesebben is fogjuk érinteni. E hagyomány legfontosabb összefoglalása: van Helden (1985).

¹⁰⁰ A csillagászat gyakorlati alkalmazásaiban nagy szerepet játszottak azok a táblázatok (almanachok, efemeridák), amelyek az egyes elméletek alapján kiszámított előrejelzéseket (kelések, nyugvások, láthatóságok stb.) közölték. Ilyen táblázatokat tartalmazott Ptolemaios *Syntaxis*a is, vagy egy másik műve, a *Segéd táblázatok* (Προχείρων κανόνων διάταξις καὶ ψηφοφορία, röviden Πρόχειροι κανόνες). A középkor legfontosabb táblázatai a *Toledói táblázatok* (*Tabulae Toletanae* vagy *Tabulae astronomicae Arzachelis*, c1080) és az *Alfonz-táblázatok* (*Tabulae Alphonsinae*, c1250; editio princeps: *Alfontii regis castellae illustrissimi caelestium motuum tabulae*, Venela: Johannes Danck de Saxonia, 1483) voltak, melyek szintén a *Syntaxis*

matematikusunk, Johannes Kepler Magister megtanít minket e szárnyak segédelmével sokkal magasabb rendű dolgokhoz felemelkedni. Persze nagy dolgok azok, melyeket ezidáig megtaláltak a csillagászat mesterei; de eddig mégis mindnyájan csak hátulról közelítették meg a csillagászatot,¹⁰¹ és azt tanították, hogy úgy a mozgásokat, mint a nagyságokat és távolságokat csak a megfigyelések alapján kell kutatni. Hogy vajon *a priori*, vagyis szemből¹⁰² nem nyílik-e valaminő út e dolgok megmérésére,¹⁰³ illetve hogy nincs-e valami más geometriai norma a megfigyeléseken kívül a mozgások és mennyiségek megismert számainak vizsgálatára, az senkinek, még a legtapasztaltabb mesternek sem jutott eddig eszébe álmában sem. A mi Keplerünk azonban – zseniális geometriai leleménye révén – közli az égi pályák vagy szférák bizonyos, meghatározott számát és rendjét, s ami a legfőbb, a nagyságok, valamint a mozgások egymáshoz viszonyított, kölcsönös arányát,¹⁰⁴ és némileg magasabbról kiindulva mutatja meg, hogy a legnagyobb és legjobb Teremtő Isten a világ teremtése során az öt szabályos geometriai test – melyeket egyébként minden geométer igen jól ismer¹⁰⁵ – arányosságához igazodva alkotta meg, terjesztette ki, rendezte el, díszítette fel, és állította sorba a mozgó égi szférákat. S ezt a tézist nem logikai, nem is könnyed avagy kétes vagy régimódi találgatásokkal igazolja, és még kevésbé ide nem illő s a fejtegetéséhez erőszakkal hozzácsapott ötletekkel, hanem tényleges, szigorúan idetartozó, úgy a dolgok

rendszerén alapultak. A Copernicus elmélete alapján számított efemeridákat a *PT* foglalta táblázatba. Kepler utolsó műve a *Rudolf-táblázatok* (*Tabulae Rudolphinae*, 1627): ezek a saját elméletén alapulnak, és pontosságuk nagyban hozzájárult a Kepler-törvények későbbi elfogadásához.

¹⁰¹ Az okozatokból indultak ki.

¹⁰² Az okok felől.

¹⁰³ Egy jelenségnek az okából kiinduló – vagyis *a priori* – magyarázata a XVII. századi természettudományos bizonyítás végső lépése. Az első lépés az okozatból – vagyis *a posteriori* – visszakövetkeztetni lehetséges okokra; a második lépés pedig a több lehetséges ok közül kiszűrni a legvalószínűbbet (*eliminatio* vagy *negotatio*). A harmadik lépésben mintegy ebbe az okba felmenve és belőle kiindulva kell megmutatni, hogy a következmény szükségszerűen fakad belőle. Lásd erről Barker–Goldstein (2001: 91-92). Ptolemaios elméletében minden paraméter (excentricitás nagysága, epiciklus sugara, epiciklus- és deferensperiódusok arányai stb.) közvetlenül a megfigyelésekből adódott, és arra a kérdésre, hogy „miért ekkora?” nem volt más magyarázat, mint hogy „mert ekkorának látszik” – azaz nem lehetett az „okokból” (függetlenül ismert összefüggésekből) megindokolni. Copernicus elmélete azonban alkalmat adott az *a priori* magyarázatra, hiszen az egységbe szerveződő részek geometriai elrendezéséből következtetni lehetett egyes jelenségekre és megmagyarázni azokat (lásd egy későbbi jegyzetünket a *symmetria* fogalmáról). Mästlin úgy látta, hogy Kepler poliéderes modellje ennek lehetőségeit aknázza ki még alaposabban, mint az eredeti copernicususi elmélet – lásd pl. ezzel kapcsolatos fejtegetését I. Frigyes württembergi hercegnek írott levelében (1596. március 12. = JKGW 13: 67-69, ezen belül 68): *So hatt auch Copernicus selbs [...] kein anders examen gewußt, oder gemerckt, dann allein observationibus [...] zu justificieren. Nun aber hatt alhie M. Kepler gemercket, das die interualla Planetarum gar nahendt eben die proportz haben, welche die Sphaerae Corporibus quinque regularibus inscriptae et circumscriptae, zweiflet mir nit, es wirt durch dises mittel der Astronomiae gleich als im grund geholfen sein.* Mästlin e levelében nyíltan beszél továbbá arról, hogy bár az iskolákban Ptolemaios tanítják, tudományos célra minden tudós a copernicususi modellt használja; és nyíltan állítja a fejedelemnek, hogy a világ középpontjában a Nap van.

¹⁰⁴ A geocentrikus modellben a szférák relatív méreteire vonatkozó kérdés nem igazán értelmes, hiszen a szférák szerepe az égitestek látszó mozgásának geometriai modellezése, és ez a funkció a mozgások középpontjában elhelyezett megfigyelő számára teljesen független attól, hogy a szférákat mekkorának gondolja akár abszolút értelemben, akár egymáshoz képest. Így Ptolemaios *Syntaxisa* külön-külön vizsgálja az egyes égitestek mozgásait, miközben az egyedi pályaszerkesztések méretének összehasonlítása nem merül fel kérdésként. A heliocentrikus elméletben azonban nemcsak hogy értelmessé, hanem központi jelentőségűvé válik a probléma: a bolygók látszó mozgásait a pályájuk és a földpálya *együttes* geometriája határozza meg, így a megfigyelt jelenségek a pályák relatív nagyságával magyarázhatók.

¹⁰⁵ Eukleidés *Eleméinek* utolsó tételei (XIII/13-18) ezekkel a testekkel foglalkoznak, valamint ezt folytatják a későbbi kiegészítésként hozzátett XIV. és XV. könyvek is (összefoglalásért lásd pl. Heath 1908: 512-520), vagy pl. a IV. századi Alexandriai Pappos *Gyűjteményében* (Συναγωγή) is találkozhatunk velük (III/54-58). Jelentőségük részben abból fakad, hogy Plátón a *Timaios* című, ekkoriban rendkívül népszerű dialógusában (53 C-57 B) ezekből építi fel az anyagi elemeket.

természetéből, mint a geometriából merített, ellentmondást nem tűró érvekkel.¹⁰⁶ Ezek közül a legerősebb a megfigyelésekből már korábban kinyert csillagászati kalkulus kifinomult és gyönyörködtető harmóniája s illeszkedő összhangzata az öt szabályos test távolságaival. A csillagászati számítások ugyanis (már ameddig ez mostanáig eljuthatott vagy eljutott, bár – mint mindenki, aki csak szem előtt tartja a megfigyeléseket, tudja – még mindig eléggé hiányos¹⁰⁷) teljesen világosan kifejezik, hogy amekkora térközök elválasztják a kocka avagy hexaéder, a gúla avagy tetraéder, a dodekaéder, az ikozaéder, az oktaéder köré írt szférákat az ugyanezen testekbe beleírt szféráktól minden egyes esetben, sorjában ugyanakkora térközök [*interstitia*]¹⁰⁸ vannak elhelyezve a bolygószférák között is. Ezért mostantól fogva az előtt, aki az egek mozgásait elmélyültebben kívánja kutatni, s ami a csillagászatban egyelőre tökéletlen, azt szeretné megújítani és egészé tenni, immár nyitva áll egy, az okból kiinduló [*a priori*] kapu, melyen át beléphet; van már egy igen pontos szabály,¹⁰⁹ melyhez mint próbaköhhöz mérheti minden megfigyelését, minden számítását. Jogosan gratulálok tehát évszázadunknak Kepler, az egészen kiváló matematikus zseniális felfedezéséhez, cseppet sem kételkedvén afelől, hogy ennek nyomán az egész asztronómiát hamarosan megújulni látjuk majd.

Ha netán valakit sért Copernicus hipotéziseinek sokak által jogtalanul elítélt és ok nélkül rágalmozott abszurditása (amint már eddig sem keveseket sértett), és az, hogy Kepler ehhez a felfedezéséhez Copernicusszal együtt hozzáteszi az állócsillagok mozdulatlanságát a legszélső részeken s a Nap mozdulatlanságát a világ középpontjában, valamint a Föld körkörös mozgását a középponton kívül – az, kérem, ismerje és vizsgálja meg a dolgot, mielőtt túl korán ítélkezne; olvassa el, amit Copernicus az I. könyv 5. és öt következő fejezetében, illetve a mi Keplerünk az *Előfutár* 1. fejezetében ír; nemkülönben amit Rheticus az itt következő *Beszámolóban* előad, ahol felsorolja a főbb okokat, melyek folytán a régi

¹⁰⁶ Vagyis a bizonyítások matematikai természetűek, ahogy azt – az ún. *quadrivium*ba foglalt matematikai tudományok részeként – a csillagászati hagyomány megkívánja, s nem pedig fizikai vagy egyéb spekuláción alapulnak. (A csillagászatot így pozicionálja a *DR* eredeti bevezetőjének első bekezdése is, azonban ez a bevezető nem jelent meg nyomtatásban egészen az 1873-as kiadásig. Így Rheticus még ismerte a kézirat – lásd http://copernicus.torun.pl/en/archives/De_revolutionibus/1/?view=gallery&file=1&page=1 – alapján, de Mästlin már nem.) A kettő közti különbséget hangsúlyozza Rheticus is a *NP*-ban (JKGW 1: 101 *et pass.*). A distinkció klasszikus forrásaihoz lásd Rosen (1971: 140 n123).

¹⁰⁷ Mästlin itt a pontos és kiterjedt észlelések rutinjának hiányára utal. Ahogy a bevezetésben utaltunk rá, a Mästlin is magában foglaló csillagásznemzedék talán legfontosabb feladatának a megfigyelési pontosság és gyakoriság növelését tartotta, hogy ennek alapján dönthessen a versengő kozmológiai modellek között. A Tycho által végzett mérések adatai éppen ezt a feladatot fogják majd ellátni néhány évvel később, amikor Kepler megszerzi őket, és általuk felfedezi első két bolygómozgás-törvényét.

¹⁰⁸ Mivel a geocentrikus elméletekben a szférák távolságai nem következnek a megfigyelt jelenségekből, a különböző változatok mind feltették, hogy a koncentrikus szférák hézagmentesen egymásba ágyazódnak (akár keskeny, akár felduzzasztott szférákról van szó, lásd erről a későbbi jegyzeteket). A copernicuszi rendszerben azonban jelentős hézagok találhatók az egyes „szférák” között, melyek szükségessége és mérete problematikusnak tűnt a korban – erre hozza Kepler megoldásként azt az elképzelést, hogy a 6 bolygópálya közé Isten beszerkesztette az 5 platóni testet, és így mind a számuk, mind pedig a méreteik a geometriai terv folyományaként adódnak.

¹⁰⁹ A pontosság itt persze kérdéses, hiszen Kepler modellje a legjobb esetben is mintegy szűk 10%-os hibával illeszkedett az adatokra (vö. a *MC* poliéderekből következtetett és a csillagászati elméletből számított értékeket összevető táblázatát: JKGW 1: 48). Mästlin kezdettől fogva hangsúlyozta a minél pontosabb illeszkedés követelményét (lásd Keplerhez 1596. február 27-én írt levelét = JKGW 13: 55), és távolságokat megadó dolgozata – később a kiadás függeléke – is ennek céljából készült (az említett levelé függelékeként).

asztronómusok hipotéziseit el kell vetnünk.¹¹⁰ S meg fogja látni: a Föld helyére és örökös nyugalomra irányuló kérdés semmiképp sem könnyű.¹¹¹ Ezekhez hozzáteszem még a következőt:

A bevett hipotézisek szerint természetesen – melyek inkább a bevezetés, semmint az ésszerűség terén erősek (ezért elégséges és tanácsos a nagyközönség körében terjeszteni őket, és a kezdőket is először ezekbe beavatni mint olyanokba, amelyek általánosan ismeretesek, s ennek folytán könnyebben érthetőek; és ugyanezen oknál fogva többnyire előnyös ugyanezeket megtartanunk általában az egyéb disputákban, hacsak nem szükséges a csillagászat mélyebb rétegeibe ereszkednünk)¹¹² – a Föld mozdulatlanul nyugszik középen, a nehézség és könnyűség mozzanatából vett igen hatékony érv alapján, amennyiben – mint mondják – a nehéz dolgok lefelé, a világ középpontja felé, a könnyű dolgok pedig felfelé, ugyanazon középponttól távolodva mozognak.¹¹³ De – kérdelem én – honnét szerezzük a könnyű és a nehéz dolgok e tapasztalatát? És meddig terjed ki nálunk ezek fogalma [*notitia*], hogy belőlük kiindulva az egész világ középpontját bizonyossággal kikövetkeztethessük? Vajon mindazon dolgok minden helye és előfordulása, melyek a mi számunkra nehezek vagy könnyűek, nem a Föld és a Föld körüli levegő-e?¹¹⁴ De mi a Föld, és mi az őt körülvevő levegő az egész világ mérhetetlen nagyságához képest? Pont – vagy pedig egy kis ponthoz, illetve valami még kisebbhez hasonló, ha egyáltalán tudnánk még kisebbet mondani.¹¹⁵ És ha így áll

¹¹⁰ JKGW 1: 99-101. Reticus hat (sorszámokkal hivatkozott) indokot sorol fel, melyek összefoglalásától itt eltekintünk, ám némelyikükre utalni fogunk a későbbiekben.

¹¹¹ Az (ekkor megfigyelhető) égi vagy földi jelenségek közül nincs olyan, amelyik közvetlenül bizonyítani tudná a Föld keringését a Nap körül. Copernicus és Kepler olvasójának egy bonyolult gondolat kísérlettel kellett megbirkóznia: „Mert ha valaki esetleg tagadná, hogy a világ közepét vagy középpontját a Föld foglalja el; és ugyanakkor nem vélné a középtől mért távolságát sem oly nagyra, hogy az a nem bolygó csillagok szférájával lenne összemérhető, hanem csupán a Nap és a többi csillagok pályájához képest gondolná jelesnek és észrevehetőnek; valamint feltételezné, hogy ezen égitestek mozgása emiatt látszik másnak és másnak, mintha csak valamely más középponthoz lennének rendelve; az a látszó eltérő mozgásnak talán nem is adná alkalmatlan magyarázatát” – írja Copernicus a *DR* fent hivatkozott I/5. fejezetében (1543: 3v; magyarul Vassányi 2017b: 156). Ha tehát elvetjük a magától értetődő hétköznapi tapasztalatot, és türelmesen végigkövetjük a részletes technikai érvelést és annak matematikai részleteit, akkor az égitestek látszó mozgásai között olyan összefüggésekre lelhetünk, amelyek egy geometriai alapú magyarázati rendszerre állnak össze. Lásd Kutrovátz (2016: 91). Ennek jegyében a *NP* jelmondata – csakúgy, mint Kepler *Dissertatio cum Nuncio sidereo* című (Prága, 1610) művének jelmondata – ezt volt: „Aki tudománnyal akar foglalkozni, annak szabad elmével kell bírnia” (δεῖ δ' ἐλευθέρῳ εἶναι τῆ γνῶμη τὸν μέλλοντα φιλοσοφεῖν – lásd JKGW 1: 126, valamint Rosen 1971: 187 n241).

¹¹² Ezt a megközelítést említettük a bevezetésben, a Melanchthon és a heliocentrizmus viszonyát érintő jegyzetünkben: a kezdők először a földközéppontú modellt tanulják, és később ezt lehet „pontosítani” a copernicusi elmélettel.

¹¹³ Aristotelés természetfilozófiájában fontos szerepet játszik a nehéz és könnyű közti különbségtétel: a nehéz dolgok lefelé, a könnyűek felfelé törekednek saját természetük szerint (pl. *Physika* 200a2-4, 205b26-27, 212a21-27, és leginkább 255b13-16). Ez több helyütt (pl. a *De coelo* II. könyvének 13-14. fejezetében) összekapcsolódik azzal, hogy egy gömb alakú kozmoszban a „lefelé” a középpont, a „felfelé” pedig a felszín felé irányul, és ez Aristotelés legfontosabb érve amellet, hogy a Föld mozdulatlanul nyugszik a kozmosz középpontjában, ugyanis az őt alkotó anyag (föld) a legnehezebb elem, és természete szerint erre a helyre törekszik.

¹¹⁴ Aristotelés fenti gondolatmenete, azaz a nehézség és a könnyűség lefelé és felfelé törekvése csakis az ún. szublunáris régióra, vagyis a Hold szférája alatti, négy elemből álló „fizikai” világra vonatkozik – tehát a föld anyagú, gömb alakú Földre (rajta a vízzel), körülötte a levegővel (és a tűzzel). A szupralunáris, azaz éteri régió egészen más elveken nyugszik (*De coelo* II/1-3), ahol a természetes mozgás a körmozgás.

¹¹⁵ Az égitestek pozíciójában bekövetkező napi parallaktikus elmozdulás nem megfigyelhető (kivéve a Hold esetén), ezért a Föld felszínén álló megfigyelő nincs észrevehetően kimozdítva a középpontból a csillagok távolságához képest. Ebből már az ókorban is arra következtettek, hogy Föld mérete elhanyagolható a szférák viszonylatában (*Syntaxis* I/6), és ezt az érvet Copernicus is megismétli (*DR* I/6), csakhogy ő – az éves parallaxis megfigyelhetetlensége miatt – a földpályát is pontszerűnek tekinti a

a dolog, akkor nem gondolod-e, hogy a Filozófus azt fogja mondani, hogy gyenge lábakon áll a kis részből, vagyis e kicsiny pontból az egész világra történő következtetés?¹¹⁶ Ama dolgok alapján tehát, melyek e kis pont felé tartanak, vagy pedig attól eltávolodnak, nem lehetünk bizonyosak ezen igen tágas világ középpontja felől. Persze a maguk sajátos, a természettől kapott helye felé – ami a Filozófus tanúságtétele szerint a dolog tökéletessége – törekednek az általunk ismert nehéz és könnyű dolgok, mely tulajdonság azonban feltehetőleg – mint Copernicus az 1. könyv 9. fejezetében tudóshoz illően kifejti¹¹⁷ – a Napban, a Holdban és a többi vándorló fényes testben is megvan, hogy ennek hatékonysága folytán meg tudjanak maradni azon a körpályán [rotunditate], amelyen újra meg újra feltűnnek,¹¹⁸ ha egy ilyen hely valahol egyszersmind a világ középpontja is, az csupán járulékosan van így. De Copernicus csillagászati érvei nem a részből, sőt az igen kicsi részből haladnak előre az egész felé, hanem épp ellenkezőleg, az egészből haladnak a részek felé.¹¹⁹

De magából a bevett hipotézisek, illetve Copernicus eljárásából is könnyen felismerhető, melyik érdemel több hitelt. Elvégre Copernicus feltevései az összes pálya és szféra rendjét és nagyságát úgy számolják, osztják el,

csillagszféra nagyságához képest (lásd korábbi jegyzetünket). Így a kopernikánus Mästlin számára a földi világ pontszerűsége többszörösen is hangsúlyos.

¹¹⁶ A klasszikus geocentrikus elképzelést kifejező szféraelmélet (Aristotelés: *Metaphysika* XII. könyv, 8. fejezet, összefoglalja Aiton 1981: 76-78) alapján azt várnánk, hogy a kozmosz terének nagy részét a négy elem régiója tölti ki, és ennek peremén forognak az elhanyagolhatóan keskeny szférák. Ezt fejezi ki pl. Archimédész *Homokszámláló* (Ψαμμίτης, *Arenarius*) című művének bevezetője: „A legtöbb csillagász a világot annak a gömbnek mondja, melynek középpontja a Föld középpontja, és melynek mérete egyenlő azzal az egyenes vonallal, amely a Nap és a Föld középpontjait összeköti” (καλεῖται κόσμος ὑπὸ μὲν τῶν πλείστων ἀστρολόγων ἡ σφαῖρα, ἣς ἐστὶ κέντρον μὲν τὸ τῆς γᾶς κέντρον, ἡ δὲ ἐκ τοῦ κέντρου ἴσα τῆ εὐθείᾳ τῆ μεταξὺ τοῦ κέντρου τοῦ ἀλίου καὶ τοῦ κέντρου τῆς γᾶς). Mivel a Nap a különböző felfogások szerint egy alsóbb szférán található – Archimédész két sorrendjéről lásd van Helden (1985: 9) –, felette több bolygó- és egy csillagszférával, így Archimédész szövegezése implikálja, hogy a szférák eléggé keskenyek ahhoz, hogy a Nap szféráját a világ határának tekinthessük. A ptolemaioszi kozmológia azonban megfordítja az arányokat. A földközponjú szférákat többé nem gondolhatjuk keskenynek, mert magukban hordozzák a másodlagos körmozgásokért felelős epiciklus-köröket, valamint a középpontból kimozdított (excentrikus) elsődleges körök kerületének egészét. Ennek alapján kirajzolódik egy olyan kozmológiai modell, amelynek nagyságát az egymásra simuló, ám excenterekkel és epiciklusokkal felduzzasztott szférák összessége határozza meg – ezt ismerteti Ptolemaiosz *Bolygóhipotézisek* (ὑποθέσεις τῶν πλανωμένων, *De hypothesisibus planetarum*) c. műve. (A modell történetéről és korabeli értelmezéseiről lásd van Helden [1985: 21-53], Ptolemaiosz művéről lásd Goldstein [1967], Hamm [2011].) E szerint a legelső szféra, a Holdé 60, míg a legfelső, a csillagoké 20.000 földugáryira található tőlünk. Így a Föld és régiója (vagyis az aristotelési fizika értelmezési tartománya) valóban mintegy ponttá zsugorodik a kozmosz „fizikán túli” dimenziójához képest, még a klasszikus geocentrikus hagyomány fogalmi szerint is.

¹¹⁷ Bár Copernicus művének témája a matematikai csillagászat, és csak elvétve érint fizikai kérdéseket (főként az I/8-9-ben), a *gravitatio*, nehézkedés problémája megkerülhetetlennek bizonyult a számára. Ha ugyanis a Föld nincs nyugalomban a középpontban, akkor nem lehet érvényes Aristotelés magyarázata arról, hogy miért zuhannak a nehéz testek lefelé, azaz a középpont felé. Szerinte a *gravitas* „nem más, mint egyfajta természetes vágy, melyet mindenek alkotójának isteni előrelátása helyezett a részekbe, hogy azok a maguk egységébe és teljességébe térjenek úgy, hogy gömb alakjában jönnék össze” (*grauitatem non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a diuina prouidentia opificis uniuersorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant in formam globi coeuntes*; DR 1543: 7r). Ezt illusztrálja az égitestek gömb alakja is, ami mutatja, hogy a világon számos középpont található.

¹¹⁸ *Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium fulgoribus inesse, ut eius efficacia in ea qua se repraesentant rotunditate permaneant*: szó szerinti idézet Copernicustól (*loc. cit.*).

¹¹⁹ Vagyis nem a részek működése magyarázza az egész rendszert (mechanisztikus felfogás, pl. „órágép”-metafora), hanem a rendszer összessége magyarázza a részek működését és szerepét (organiztikus felfogás). Ebben a fogalmi keretben értelmezi Copernicust Hallyn (1990, főleg 83-89). A kijelentés értelmét az itt következő bekezdés fejti ki: a jelenségek szorosan összefüggenek, egymásból következnek.

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

kötik össze és mérik fel, hogy egyáltalán semmi sem változtatható meg vagy helyezhető át az egész világegyetem összezavarása nélkül;¹²⁰ sőt a hellyel és a sorrenddel kapcsolatos mindennemű kételkedés tökéletesen ki van zárva. Az elterjedt hipotézisekben ezzel szemben bizonytalan a szférák száma. Hiszen van, aki kilenc, van, aki tíz, és van, aki tizenegy szférát vesz fel, s mindmáig nincs egyetértés a szám tekintetében.¹²¹ Ugyanígy kétséges az égitestek elrendezése is; a Napén és a Holdén kívül egyetlen távolság sem meghatározott,¹²² és még kevésbé lehetséges levezetni; a Vénusszal, Merkúrral és Nappal kapcsolatos vita még nincs lezárva, és nem is lesz soha.¹²³ Regiomontanus a Ptolemaios *Almagest*jéből írott *Kivonata* 9. könyvének 1. fejezetében megvallja, hogy afelől, hogy a Vénusz és a Merkúr közül melyik helyezkedik el a másik fölött, semminő bizonyosságot sem lehet szerezni.¹²⁴ S bár Proklos a *Csillagászati*

¹²⁰ A *DR* III. Pál pápához címzett ajánlásában olvasható rész parafrázisa: „ez az elgondolás az összes csillag és pálya rendjeit, nagyságát és magát az eget úgy kapcsolja egybe, hogy annak egyetlen részében sem lehet áthelyezni semmit anélkül, hogy össze ne zavarodna a többi rész és az egész világegyetem” (fordítás: Vassányi 2017b: 150). Rheticus ezt a megfontolást használja a *NP*-ban a conernicususi hipotézis melletti hatodik érvként, és egy olyan hangszer metaforáját fogalmazza meg, amelyben ha elhangolódik egy húr, akkor a többit is újra kell hangolni, mígnem visszaáll az összhangzat (JKGW 1: 100). Később (uo. 115) „aranylánc”-ként jellemzi az elemek harmonikus összekapcsolódásából kirajzolódó rendszert.

¹²¹ Az eredeti, Eudoxos és Aristotelés nevéhez köthető szféraelmélet szerint a szféra olyan gömbhéj, amelyik egy égitest mozgásában mutatkozó valamelyik periodikus mozgáskomponenst reprezentálja, azaz egy-egy égitesthez több, 3-5 szféra is tartozik. Ezek összességének számát Aristotelés a *Metaphysica* XII/8. fejezetében 55-re vagy 47-re becsüli, és hozzáteszi, hogy pontos számukat a további csillagászati megfigyeléseknek kell megállapítaniuk. Ptolemaios a *Bolygóhipotézisek* II. – csak arabul fennmaradt – könyvének 17. fejezetében már csupán 34 vagy 22 szférát tart szükségesnek, lásd Hamm (2011: 15, 38). A későbbiekben azonban változott a „szféra” jelentése, és egy adott égitestet tartalmazó gömbhéjra utalt, magában foglalva annak összes mozgáskomponensét (beleértve immár az epiciklusokat és excentereket is). Ebben az értelemben a Nap + Hold + 5 bolygó + állócsillagok rendszere 8 szférát feltételez, ám ehhez továbbiak járulhattak egyéb funkciók ellátására, pl. a Tavaszpont precessziójának biztosítására (Aristotelés korában még nem ismert jelenség) vagy az ekliptika ferdeségének megjelenítésére.

¹²² A Hold távolsága Hipparchos (Kr.e. II. sz.) óta volt ismert és viszonylag pontosan megállapítható, mérésére a Hold parallaxisa – vagyis különböző földrajzi helyekről ugyanakkor nézve eltérőnek látszó pozíciója (pl. eltérő mértékűnek látszó napfogyatkozás) – szolgált. A Nap távolsága jóval pontatlanabban volt becsülhető, részben a Kr.e. III. századi Aristarchos módszere, a „dichotómia” alapján (félholdkor a Nap és a Hold látóirányai által bezárt szög cosinusa egyenlő a Hold és a Nap távolságainak arányával), részben a szintén Aristarchos, majd Hipparchos által használt „fogyatkozási ábra” alapján (komplex geometriai viszonyok bizonytalan becslése) – a részletekért lásd van Helden (1985: 4-20). A bolygók távolságának meghatározására semmilyen mérési módszert nem ismertek.

¹²³ Az égitestek sorrendjével kapcsolatban már az ókorban sem létezett konszenzus. Azon túl, hogy a Hold van hozzánk a legközelebb (hiszen képes kitakarni a többi égitestet, valamint napi parallaxisa is kimérhető), a többiek egymáshoz képesti elhelyezkedése nyitott kérdés maradt. Leginkább a (csillagos ég háttéréhez mért) sebességük alapján rendezték el őket, így a leglassabb Szaturnusz került közvetlenül a csillagok alá, a leggyorsabb Hold pedig a légkör fölé. Ez a szempont azonban nem tudott különbséget tenni a Nap, a Merkúr és a Vénusz között, hiszen ezek sziderikus (csillagokhoz képesti) keringési ideje egyaránt 1 év (vagyis az ún. középmozgásuk egyforma). Ptolemaios megfontolásairól a *Syntaxis* IX/1-ben lásd Hamm (2011: 39-41, 188-191), valamint a *Bolygóhipotézisek* I. könyvében Goldstein (1967: 6-7). A középkori vitákról lásd Eastwood (2007). A probléma ugyanilyen értelemben felmerül a *DR*-ban hosszan (I/10. fejezet), illetve a *NP*-ban röviden (JKGW 1: 105).

¹²⁴ A königsbergi születésű Johannes Regiomontanus (1436-1476) német csillagász Georg Peurbach tanítványa volt a bécsi egyetemen. Bessarion kardinális megbízásából kiegészítette Ptolemaios *Syntaxis mathematicájának* Peurbach által megkezdett kivonatát (*Epytoma Joannis de monte regio In almagestum ptolomei*, Velence, 1496). 1467-től 1471-ig Mátyás király udvari asztrológusa volt, majd Nürnbergbe költözve nyomdát alapított, és kiadta – egyebek mellett – Peurbach új bolygóelméleteit (*Theoricae novae planetarvm Georgii Pvrbachii astronomi celebratissimi*, 1454) és a saját bolygópozíció-táblázatait (*Ephemerides astronomicae ab anno 1475 ad annum 1506*, 1475), amelyek a Hold pozíciójának megfigyelése alapján tették lehetővé a földrajzi hosszúság kiszámítását, ezért tengerhajózási-felfedezéstörténeti jelentőségük igen nagy.

hipotézisek vázlatában azt állítja: megfigyelték, hogy a Merkúr elhalad a Vénusz alatt,¹²⁵ mégis felmerül egy sokkal súlyosabb kérdés e bolygók pályáinak megbocsáthatatlan egymásba hatolásáról,¹²⁶ amely feltétlenül következik epiciklusaik és excentricitásuk [eccentricitatum] arányából a számítás és a megfigyelések együttes tanúságtétele szerint. Ezt nem tudja elhárítani¹²⁷ se Albategnius az 5. fejezetében,¹²⁸ se Alphraganus a 21. fejezetében,¹²⁹ se más nagy matematikusok, akárhogy is csúríék-csavarják a dolgot. A fizikusok [Physicorum]¹³⁰ ellenállhatatlan bizonyításai ugyanis itt nem engednek meg egymásba hatolást; a mértani bizonyosság pedig – amely minden mennyiség számára az igazság szabálya – kizárja, hogy a pályák

¹²⁵ Proklos művének Mästlin által használt kiadása feltehetőleg a következő volt: Πρόκλου Διαδόχου ὑποπόπωση τῶν ἀστρονομικῶν ὑποθέσεων – *Procli Diadochi hypotyposis astronomicarum positionum*. Apud Ioannem Vualder [Walder], Basileae, An. 1540 (*editio princeps*). A mű modern kiadása: C. Manitius (ed.): *Procli Diadochi hypotyposis astronomicarum positionum*, Leipzig: Teubner, 1909; reprint: Stuttgart: Teubner, 1974. Proklos, az újplatonikus mester, az athéni Akadémia vezetője (412-485) e körülbelül nyolcvan oldalas asztronómiai művében a csillagos ég és a bolygók mozgásaira vonatkozó hagyományos hipotéziseket ismerteti különösen a szabálytalanságok magyarázata végett. Tárgyalja a bolygók sebességváltozásait (*anōmalia*), az ekliptika síkjától való eltéréseit (*apostasis*), retrogradációit és sorrendjét, valamint az állócsillagok egének forgásközpontját, a nap- és holdfogyatkozásokat, valamint csillagászati műszerek (asztrólabium) készítését, rendszeresen utalva Ptolemaios *Bolygóhipotéziseire* és *Syntaxisára*, lényegileg a *Bolygóhipotézisek* I. könyvének tárgyalási rendjét követve. A mű utolsó oldalain Proklos összefoglalja a tárgyalt hipotéziseket, hangsúlyozva feltételes jellegüket.

¹²⁶ A szférák „egymásba hatolásának” (*penetratio*) problémája Ptolemaiosra vezethető vissza. Ahogy korábban említettük, Ptolemaios mérés által adottnak vette a Hold és a Nap távolságait. Másfelől az égitestek látszó mozgásainak leírására szolgáló technikái, vagyis az epiciklusok és excenterek feltételezték, hogy az egyes szférák vastagok, ahol a vastagságot egy égitest minimális és maximális geocentrikus távolsága (pontosabban ezek aránya) határozza meg. Ha ezek után feltételezéssel élünk a szférák sorrendjére nézve, valamint feltesszük, hogy egy égitest minimális távolsága (vagyis szférájának belső határa) megegyezik az egyel közelebbi égitest maximális távolságával (tehát szférájának külső határával), akkor a Hold szférájából kiindulva meghatározhatjuk a szférák méreteit. A sarkalatos pont a Nap, amelynek távolsága ettől a rendszertől függetlenül adott, mégis összhangban kell állnia vele. Ptolemaios a *Bolygóhipotézisekben* (ford. arabból Goldstein 1967: 7) azt kapta, hogy a Hold és a Nap szférái közti térrészbe a Merkúr és a Vénusz szférái elég jól beillettek (ez is érv a klasszikus sorrend mellett), ám kissé „löttyögtek”, ugyanis a számítási szerint 1096 földugár széles térrészbe illeszkedő két bolygószféra együttes szélessége 1015 földugár, így fennmarad egy 81 földugár vastagságú üres térrész. Proklosnál a helyzet még rosszabb, hiszen fent említett művében ő Ptolemaios *Syntaxisa* alapján kissé más számokat kapott, így a két belső bolygó szférája együtt némileg vastagabbnak adódott, mint a Nap és a Hold közti régió, vagyis mintegy 30 földugárnyi átfedés volt szükséges valamelyik két szféra között. Márpedig akár Aristotelés, akár Ptolemaios fizikai fejtegetéseit vesszük alapul, sem az üres hézag, sem az átfedés nem megengedett a szférák között. Lásd Hamm (2011: 195-199), van Helden (1985: 22-23). Megjegyzendő, hogy a hagyomány Mästlin által lent említett folytatói többnyire nem az átfedés, hanem a hézag problémájával találták szemben magukat (van Helden 1985: 30-32), így Mästlin megfogalmazása kissé félrevezető, és feltehetőleg főként Proklosra támaszkodik.

¹²⁷ Az itt említett két muzulmán csillagász munkái voltak a legfőbb közvetlen forrásai a XIII. századi Alfonz-táblázatoknak (lásd korábbi jegyzetünket), valamint tárgyalta őket – igaz, a csillagszféra mozgása kapcsán – Peurbach is az *Új bolygóelméletekben*, amely a legnépszerűbb technikai tankönyv volt a XVI. században.

¹²⁸ Al-Battáni IX-X. századi arab matematikus *Asztronómiai táblázatok könyve* c. műve, melyet latin fordításban *De motu stellarum* cím alatt – Al-Farghání csillagászati bevezetésével egy kötetben – később Regiomontanus gondozásában és az ő megjegyzéseivel, valamint Melanchthon előszavával kiegészítve is kiadtak (*Rvdimenta astronimoca Alfragani. Item Albategnivs astronomvs peritissimvs De motv stellarvm*; Nürnberg, 1537). A nyúlfarknyi 5. fejezet (9r-9v) az állatövi jegyekkel foglalkozik, nem említi a bolygószférák problémáját. A bolygók elméletét a 45-48. fejezetek (72v-75v) tárgyalják, ezek mind részletesen írják le a Merkúr és a Vénusz helyzetét, sebességét és okkultációit.

¹²⁹ A IX. századi arab csillagász, Al-Farghání műve lényegileg Ptolemaios *Syntaxisának* összefoglalása, melynek 21. fejezete a bolygók latitudináris mozgásait – az ekliptika síkjától való észak-déli eltéréseit – tárgyalja. 1590-ben Frankfurtban kiadott latin fordítása (*Mvhamedis Alfragani arabis chronologica et astronomica elementa*) online olvasható itt: <https://www.wdl.org/en/item/10669/view/1/4/>. Mästlin feltehetőleg ezt a kiadást használta. A 21. fejezeten belül a 94-96. oldalak fejtik ki a Merkúr és a Vénusz pályáinak bonyolult elméletét.

¹³⁰ Értelmezhető így is: „<Aristotelés> Fizikájának ellenállhatatlan bizonyításai...”

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

kisebbre húzódjanak. Hozzáteszem ezekhez még azt is, hogy amiként a szférák távolsága bizonytalan, úgy a sorrendjük sem bizonyos egy cseppet sem. Elvégre a Nap és a Hold kivételével a többiek esetében egyre megy, akár – hogy a *παροδοξωτάτω*¹³¹ példával éljek – a Szaturnuszt helyezzük a Merkúr fölé, akár azt emez fölé.

Mit mondjak a világ ezen oly hatalmas, naponta körbeforduló tömegének rendkívüli és felbecsülhetetlen sebességéről?¹³² Melynek során először is a kimondhatatlan gyorsaság minden hihetőséget meghalad. Az állócsillagok szférájának félátmérőjét Albategnius 19.000, Alphraganus 20.110 Föld-félátmérőnyire becsüli – és kisebbre nem is lett volna jó, hanem inkább sokkal nagyobbra.¹³³ Ebből fakad tehát e szféra ama sebessége, mely által bármely, a világ pólusai közé írt középső körön¹³⁴ elhelyezkedő csillag az óra egyetlen második töredéke, vagyis egyetlen óra 1/3600-ad része alatt (mely csekély idő alatt az ember még sietve is alig tud kimondani három-négy szót)¹³⁵ több mint tizenkétszer száz német mérföldnyi utat kénytelen megtenni. Márpedig a legfelső égboltban, vagyis az első mozgóban [*primo mobili*], tehát egy sokkal magasabban fekvő pályán sokkal gyorsabbnak kell lennie a forgásnak.¹³⁶ De ki fogja ezeket elhinni? Azután, miféle tehetetlenség¹³⁷ az a természetben, hogy az ég mérhetetlen testére ekkora, ésszel felfoghatatlan

¹³¹ a legparadoxabb (gör.).

¹³² Az alábbiakban Mästlin arra tesz kísérletet, hogy megbecsülje az égbolt feltételezett forgásának (vagyis a geocentrikus elmélet által posztulált napi körülfordulásának) sebességét, és az eredmény abszurd nagyságát a földközéppontúság elleni érvként használja. A korabeli olvasók gyakran a látszólagos fizikai nehézségei miatt utasították el Copernicus elméletét – lásd Mästlin védekezését a könnyűség-nehézség aristotelési elve ellen, valamint lásd Ptolemaios *Syntaxis*-a I. könyvének 7. fejezetében azt az érvet a Föld forgásával szemben, hogy a hatalmas test szétszakadna a heves forgása következtében. Mästlin itt ellentámadásba lendül, és felmutatja a hagyományos elképzelésben rejtőző fizikai abszurditást: ha a forgást az égnek tulajdonítjuk, akkor a mozgás még hevesebb kell legyen. Ezt az érvet Copernicus is kifejti a *DR* I/8. fejezetének korai szakaszain, Rheticus is céloz rá (JKGW 1: 105), valamint Kepler is utal rá a *MC* 2. fejezetének záró szakaszában, de Mästlin az első, aki igyekszik számszerűsíteni. Kepler majd pontosítja a számításokat az *Epitome astronomiae Copernicanae* (Linz, 1618-21) c. művében (JKGW 7: 290-291).

¹³³ Ezek a mennyiségek közel állnak ahhoz, amit Ptolemaios a *Bolygóhipotézisekben* megad (20.000), bár részben tőle függetlenül (de annak elveit követve) kerültek meghatározásra közvetlenül a *Syntaxis*-ból, lásd van Helden (1985: 29-32).

¹³⁴ Azaz egyenlítőn.

¹³⁵ Azaz 1 másodperc. Megjegyzendő, hogy a probléma későbbi tárgyalásaiban (pl. az 1621-es kiadáshoz fűzött kommentárok, JKGW 1: 435-439) Mästlin használja a „pulzus” időegységet – Girolamo Cardano (1501-76) alapján –, amely még a másodpercnél is kisebb (Cardano szerint óránként 4000), ám ennek elteltével egy csillag 1132 mérföldet tenne meg, ami „minden hihetőn túl van” (*omnem profecto fidem excedit*, JKGW 1: 436). Érdekes, hogy Cardano hasonló számításokat végzett, ám ő elfogadta, hogy az égbolt forog, nem a Föld, és ebből arra a következtetésre jutott, hogy a gyorsan mozgó Holdnak éteri, súlytalan anyagból kell állnia (szemben Mästlinnel, aki kopernikánusként feltételezte, hogy a Föld és a Hold között nem lehet lényegi különbség anyagukat tekintve – lásd a bevezetőnk). Cardano vonatkozó műve az *Opvs novvm de proportionibvs nvmerorvm, motvvm, pondervm, sonorvm, aliarvmqve rervm mensurandarum* (Basel, 1590), a fenti konklúzió a 248-249. oldalon van megfogalmazva (lásd online: <https://www.loc.gov/item/47040366/>). Összefoglalásért lásd Tredwell (2004: 318-319).

¹³⁶ Feltéve, ha van még szféra az állócsillagoké felett – lásd egy korábbi, a szférák számáról szóló jegyzetünket. Mästlin később, a sok kiadást megért csillagászati tankönyvének (*Epitome astronomiae*) 1610-es, tübingeni kiadásában a következő értékeket adja meg (93-94. oldal): csillagszféra (8. szféra): 20.110 földugár, 9. szféra: 25.000, 10. szféra: 45.000 – és még csak efölött van valahol a legkülső szféra (*primum mobile*). (*Editio princeps*: Heidelberg, Iacobvs Mylivs, 1582. Az 1610-es kiadást lásd online: <http://idb.uni-tuebingen.de/opedigi/Bd47.>)

¹³⁷ A geocentrikus elmélet hívei szerint nem probléma, hogy a nagy égbolt sebesen forog, a kicsi Föld pedig áll, ugyanis az égbolt anyaga (az éter) természete szerint körmozgásra törekszik, a Föld anyagai pedig természetük szerint nyugalomra. Tycho Brahe egyik érve a mozgó Föld ellen (az éves parallaxis hiánya, illetve a bibliai passzusok mellett) éppen az, hogy a Föld anyaga „tohonya,” így nem mozoghat. Az 1577-es üstökösről írott (és a bevezetőben említett) művében így ír Copernicus elméletéről:

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovátz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

sebességet tudott ruházni, világunk kicsiny pontjával azonban, vagyis a Föld testével egyáltalán semmit sem tudott közölni ebből a sebességből? Miként lehetséges, hogy míg a világ egész rendszere körbeforog az összes pályával egyetemben, a tüzes elem szférájával (ha van ilyen)¹³⁸ és a levegő felsőbb régiójával együtt, ez az egyetlen kicsiny pont nem forog? Ezért sokkal valószínűbb és ésszerűbb, ha megszabadítjuk e mérhetetlen világot e mindennapi sebességtől, és egyedül a mi kis glóbusunkat ruházzuk föl ama mozgással; hiszen egyszerűbb volt a természetnek őt ellátnia ezzel a mozgással,¹³⁹ melynek folytán egyetlen óratörredék [*scrupulo*], vagyis az óra 1/60-ad része alatt a maga nagy körén egy német mérföld negyedét teszi meg;¹⁴⁰ amely sebességet a felhők vonulása is gyakran eléri, s nem ritkán felül is múlja, a villámcsapás pedig felfoghatatlanul meghaladja. Hallgatok számtalan további dologról, melyek közül nem keveset előad Copernicus, illetve Rheticus a *Beszámolójában* és a mi Keplerünk az *Előfutárban*.

Néhány kiváló matematikus az újabbak közül orvosolni próbálja ezeket a problémákat, s a Földet a régi hipotéziseknek megfelelően a Hold szférája és a csillagos szféra közepébe, és egyszersmind az egész világegyetem közepére helyezi vissza mint mozdulatlant; míg a Napot Copernicusszal együtt a

„...sehol sem ütközik a matematikai alapelvekkel, ámde miközben azt állítja, hogy a Föld nagy, lusta és a mozgásra alkalmatlan testét a mozgás nem kisebb sebessége hajtja [...], mint amaz éteri fényeket, nemcsak a fizikai alapelveknek, hanem a – Föld állását többször is állító – Szentírás tekintélyének is [...] ellentmond...” (8. fejezet, Dreyer 1922: 156 = *De mvndi aetherei recentioribvs phaenomenis liber secvndvs*, Vranibvrgi, Christophorus Vveida, 1588 [*editio princeps*], 186-187.) Megjegyzendő, hogy Mästlin szövegében a „tehetetlenség” (*impotentia*) nem abban az értelemben szerepel, mint a későbbi fizikában (*inertia*), ám az utóbbi, majd Newton számára alapvető terminust Kepler vezette be a fizikába az *Epitome astronomiae Copernicanae* c. művében (pontosabban kissé előtte – lásd Barbour 1989: 328).

¹³⁸ Aristotelés természetfilozófiájának következménye, hogy ha a tűz a legkönnyebb elem, és felfelé törekszik, akkor a legalsó éteri szféra, a Holdé alatt kell nyugalomba térnie (mint ahogy a föld lent, a középpontban tér nyugalomba). A helyzet azonban nem ilyen egyszerű, részben a szublnáris elemek szüntelen keveredése és egymásba alakulása miatt, részben mert tisztán elkülönült tűz nem létezik. Így a hipotetikus „tüzes szféra” átfed a levegő legfelsőbb régióival, és egyfajta gyúlékony anyagból áll. Aristotelés pl. a *Meteorologica* I/3-4. fejezetében tárgyalja ezt a problémát (340b4-341a9, 341b6-24), magyarázatért lásd Lee (1952: 24-27).

¹³⁹ Ugyanezt az érvet megfogalmazta pl. már Nicole Oresme (c. 1320-1382) skolasztikus tudós is Aristotelés – általa lefordított – *De coelo*-jához fűzött kommentárjában (*Le Livre du ciel et du monde*, 1377, II/25. fejezet, ezen belül fols. 142d-143d; az eredeti kézirat megtekinthető itt: <https://gallica.bnf.fr>). Copernicus ugyanakkor nem pusztán a gazdaságosság elvére (a Föld forgása gazdaságosabb, mint az égbolté) támaszkodik, amikor elmélyíti az érvet: „S mivel az égbolt az, ami mindeneket tartalmaz és magában foglal, hisz az ég a mindenség közös helye, ezért nem teljesen világos, hogy miért ne inkább a tartalmazottnak, semmint a tartalmazónak, miért ne inkább az elhelyezettnek, semmint az elhelyezőnek tulajdonítsuk a mozgást?” (*DR* I/5 (1543: 3v), magyarul Vassányi 2017b: 156.) Rheticus – amellet, hogy kifejti Copernicus fenti érvét (JKGW 1: 102-103) –, visszatér az (általa Galénostól idézett) gazdaságosság elvéhez is, és ezt hozza fel a heliocentrikus hipotézis melletti ötödik érvként (id. mű 100), ám általánosítja azt az ég napi forgásáról az évi keringéssel kapcsolatos jelenségekre.

¹⁴⁰ Mint a Copernicus-kritikai kiadás is rámutat, az *in magno eius circulo* („a maga nagy körén”) kifejezés minden bizonnyal az Egyenlítőt jelenti, és nem a Föld Nap körüli pályáját. Az időadatot a *NP* 1621-es frankfurti kiadása – amely a *MC* második kiadásának része – majd kiigazítja: a földfelszín egy pontja az Egyenlítőn 4 másodperc alatt tesz meg negyed mérföldet (*in 4. scrupulis secundis vnus horae*; *Prodromus dissertationvm cosmographicarvm*, Francofurti, MDCXXI, 92; H. M. Nobis–A. M. Pastori: *Receptio Copernicana. Texte zur Aufnahme der Copernicanischen Theorie*. Nicolaus Copernicus Gesamtausgabe Bd. VIII/1, Berlin: Akademie-Verlag, 477). Kepler e második kiadás minden fejezetét gondosan és hosszan jegyzetelte az egyes fejezetek szövege után dőlt betűvel, Mästlin pedig jelentős részben újírta, és számszerű csillagászati adatokkal bővítette bevezetőjének szövegét (90-93), főleg a jelen bekezdés 3-6. mondatait, melyeket egy alaposan kibővített és további adatokkal pontosított fejtegetéssel helyettesít (JKGW 1: 435-436).

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovácz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

többi bolygó középpontjának vallja, csakhogy mozgásban lévőnek.¹⁴¹ Ez természetesen nagy jelentőségű kezdeményezés, és nem foszthatjuk meg a dicsérettől azokat, akik ezt állítják. De a hipotézisek e módosítása révén nem tesznek egyebet, mint csupán új vászonnal foltozzák ki a régi, szakadt ruhát, melynek szakadása később csak annál nagyobb szokott lenni; mivel ezen elrendezés folyományaként kétségkívül felosztódnak és szétválnak a mozgásközpontok és a mozgatóerők [*virtutes motrices*],¹⁴² míg a többi mozgás és pálya (vagy bármi legyen is az, ami valamiképp a pályák szerepét játssza) sokkal több, igen bonyolult és zavaros utat követ; s ésszerűség nélkül, illetve a nagyságok és mozgások s a rend mindennemű arányossága nélkül párosítható bármi mással.¹⁴³ Mindezekkel Keplerünk egyetlen, itt kifejtett felfedezését állítom szembe. Ez – az újabb Copernicus s az igen régi Aristarchos¹⁴⁴ matematikusok tézisének megerősítéseként (hogy másokról már ne is mondjak semmit) – rendkívül elmésen mutatja meg a világ részeinek hibátlan rendjét, valamint a nagyságok és mozgások gyönyörűsége és kétségbevonhatatlan, az öt szabályos testhez illeszkedő arányosságát. Ezt sem a régiek hipotéziseiben, sem az újabbak módosításaiban

¹⁴¹ Mästlin mindenekelőtt Tycho Brahéra gondol, ám ekkoriban mások is kidolgoztak hasonló elképzeléseket, pl. Nicolaus Reimers Ursus (Nicolai Baer, 1551-1600), a Tycho előtti császári csillagász és Tycho nagy riválisa, vagy Paul Wittich (c. 1555-1587), IV. Vilmosnak, Hesse-Kassel tartománygrófjának udvari csillagásza. Összefoglalásért lásd Schofield (1989). Szerzőnk mindenesetre az 1621-es kiadás egyik kommentárjában visszatér a szféraforgás gyorsaságának problémájára (JKGW 1: 436-439), s újabb adatokkal tárgyalja, ahol már nemcsak a klasszikus geocentrikus, hanem a Tycho-féle geo-heliocentrikus elmélettel szemben is felhasználja. Ennek fő kontextusa Tycho amellel szóló érveinek – igen hosszas, részben teológiát bevonó – cáfolata, hogy az állócsillagok szférája nincs olyan (praktikusan végtelenül) messze, mint Copernicus állítja. Elemzi Tredwell (2004: 316-321).

¹⁴² Kepler munkásságának egyik legfontosabb eleme, hogy elsőként kapcsolta össze a matematikai csillagászatot a fizikával, amidőn a megfigyelt mozgásokat összefüggésbe hozta fizikai mozgató hatásokkal. Míg a geocentrikus hagyomány élesen különválasztotta a Hold alatti, vagyis fizikai és a Hold feletti, azaz fizikán túlivilágot, addig a heliocentrikus elmélet eltörölte a különbséget köztük, miután a Földet a bolygók egyikének tekintette. Kepler alapötlete, hogy a bolygókat a Naphól kiáradó hatás mozgatja pályájukon (a közelebbeket gyorsabban, a távolibbakat lassabban) nem teljesen előzmény nélküli, hiszen Rheticus szerint állítható a Napról, hogy „a mozgás és a fény forrása” (*principium motus et lucis* – JKGW 1: 105), amikor az utóbbi leírja, hogy a Naphoz közelebbi bolygók gyorsabban haladnak. Keplernél már igen korán, egy 1595. szeptember 14-én Mästlinnek írt levelében megjelenik a gondolat (legelőször mint „mozgató lélek” – *anima movens*; JKGW 13: 32), és számos további említés után hamarosan, a MC 20-22. fejezetében komoly jelentőséget kap a pályák indoklásában (lásd Voelkel 2001: 52-59). Bár Mästlin itt látszólag egyetértőleg említi a fogalmat, valójában nem tudta elfogadni: szerint a fizikát és a csillagászatot élesen el kell választani egymástól (lásd pl. az *Epitome astronomiae* 1597-es kiadását, 30. és 42). Ezért válaszeleiben eleinte nem reagált az ötletre, majd óvatosságra intett vele kapcsolatban (pl. 1597. március 9-i levél, JKGW 13: 111), s később következetesen elítélte (pl. 1616. október 1-i levél, JKGW 17: 287). Összefoglalásért lásd Westman (1975b: 335-336), Voelkel (2001: 67-69). Megjegyzendő, hogy Kepler élete végéig sikertelenül próbálkozott a mozgás matematikai leírásának fizikai hatásból (később: erőből) történő levezetésével – ezt majd Newtonnak sikerül maradéktalanul elvégeznie.

¹⁴³ Mästlin itt impliciten hangot ad az arányosság (*ratio, proportio*) pythagoreus és platóni követelményének, melynek központi fogalma a *symmetria*, a részek közötti „összemérhetőség” vitruviusi elve. Copernicusként lásd a DR ajánlásában (1543: IIIr) vagy az I/10. fejezetében (10r), valamint Rheticusként a NP-ban (JKGW 1: 104). A fogalom kontextusában elemzi Copernicust Hallyn (1990: 73-103), magyarul lásd Kutrovátz (2016: 84-90).

¹⁴⁴ Aristarchos (Kr.e. c310-c230) a beszámolók szerint egy heliocentrikus elméletet alkotott, mely alapállításában megegyezhetett Copernicuséval, ám sajnos nem maradt ránk eredeti formában, így a technikai részleteit nem ismerjük (A forrásokról és azok tartalmáról összefoglalót nyújt Heath (1913: 299-316).) Copernicus tudott Aristarchos nézeteiről (bár azok nem voltak a köztudatban), és a DR kéziratában röviden hivatkozott is rá (I/11. fejezet, lásd a kézirat 11v oldalán:

http://copernicus.torun.pl/en/archives/De_revolutionibus/1/?view=gallery&file=1&page=22), de a nyomtatásba küldött szövegből az e hivatkozást is tartalmazó hosszabb részt kihúzta. (Lásd Dobrzycki [1978: 360-361 n25:21], Gingerich [1985].) Rheticus sem hivatkozik rá a NP-ban Copernicus elődeként. Mästlin idejére már közismertté és gyakori hivatkozási alappá vált Aristarchos öröksége, Kepler is gyakran utal rá.

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovátz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

nem találjuk, és később sem remélhetjük. Kinek biztonságosabb tehát hinnünk? Azoknak-e, akik számos látszó nehézséget elkerülni akarván még nagyobb nehézségekbe ütköznek, amelyeket mégis bizonytalan eszközökkel akarnak elhárítani, és semmit sem magyaráznak ésszerűen; vagy pedig annak, aki indoklás nélkül semmit sem állít, mindent szilárdan megerősít, és mindazt, ami szemmel láthatóan abszurd, határozottan megcáfolja? Barátom tehát Platón, barátom Sókratés, de mégis inkább barátom az igazság.¹⁴⁵

Úgy véltem, jóindulatú Olvasóm, ezeket kell hozzáfűznöm a tudós Kepler *Előfutár*ához, amely a természet legrejtettebb, eddig senki által meg nem talált és meg nem figyelt titkainak kifejtését tartalmazza; s abban a szilárd reményben teszem ezt, hogy – mint már mondtam – e misztérium révén (a többi, régi és újabb hipotézisben én már régóta nem hiszek) a csillagászatunk hamarosan éppoly kicsiszolt lesz, mint amilyen tündökletes (ha egyáltalán lehet remélni és várni valaha is kicsiszoltabb és tökéletesebb visszatisztítását és megformálását).

Mivel Kepler Magister ezen *Előfutár*ban gyakran utal Georg Joachim Rheticus *Beszámolójára*, melyet az az 1539-es évben – amikor Copernicusnál élt, még mielőtt utóbbi kiadta volna a *Körforgásokról* szóló könyvét – írt Schönerhez; s miután e *Beszámoló* nem forog közkézen; ezért én azt a szintén Rheticus által írott *Poroszország dicséretével* egyetemben feltétlenül csatolandónak véltem Kepler Magister jelen *Előfutár*ához (ámbar az ő tudta s – távolléte miatt – véleményének kikérése nélkül.)¹⁴⁶ Annál is inkább, mert láttam, hogy e két írásból az *Előfutár* nagy része, ahol a rövidség egy kissé a stílus kárára megy, igen nagymértékben megvilágosodik. Ezenkívül Rheticus itt kifejezetten megmagyaráz sok homályosabb szöveghelyet magukban Copernicus könyveiben; úgyhogy e *Beszámoló* és *Dicséret* Copernicus rövid kommentárjának is tekinthető.

Mindezek miatt csatoltam ide e *Beszámolót* a szintén Rheticustól való *Poroszország dicséretével* együtt. De hogy magunk is hozzájáruljunk e célok könnyebb eléréséhez, ezért helyesnek láttuk úgy a *Beszámolót*, mint a *Dicséretet* a lehető legnagyobb gonddal újra átnézni, és lapszéli jegyzetekkel együtt hozzáadni a bizonyítások gondolatmenetét,¹⁴⁷ melyeket Rheticus kétségkívül elkészített, de a kinyomtatott példányokból valamiféle megfontolatlanság folytán kihagyott. Ha mármost ezekben az iratokban a célunktól

¹⁴⁵ A népszerű mondást – mely több változatban keringett, Sókratés, Platón és Aristotelés neveit variálva – Aristotelésre, esetleg Platónra volt szokás visszavezetni, ám ők nem fogalmazták meg ebben a formában. A legvalószínűbb forrás Aristotelés *Nikomakhoszi etikájának* egy passzusa (1096a11–15), amely előnyben részesíti az igazságot Platónhoz fűződő barátságával szemben. A mondás történetébe rövid bevezetőt nyújt Guerlac (1978).

¹⁴⁶ Ugyanakkor először Keplernek jutott eszébe, hogy a *NP*-t kiadja a *MC*-mal együtt, miután a tübingeni egyetem rektorhelyettese, Matthias Hafenreffer azzal a feltétellel engedélyezte Kepler művének megjelenését (egyébként Mästlin javaslatára), hogy a szerző írjon hozzá egy bevezetést a copernicusi elméletről és a platóni testekről. Hafenreffer nem fogadta el Kepler ötletét, hogy a bevezetőt Rheticus művével (vagy annak részletével) helyettesítsék, mivel az túl terjedelmes volt, és nem tárgyalta a platóni testeket. Így aztán Kepler megírta a kért bevezetést (*MC* 1. fejezete), ám Mästlin végül önhatalmúlag úgy döntött, hogy mégis kiadja vele a *NP*-t is, főleg mivel a szerző bevezetője maga is tömör volt, és további magyarázatra szorult. Ezt a döntést Kepler fenntartással fogadta, mivel aggódott a megnövekedett terjedelem okozta többletköltségek miatt. Lásd Tredwell (2004: 308).

¹⁴⁷ Mästlin kiegészítéseiről lásd a bevezetésünket.

idegen elemek merülnek fel, azokkal az értelmes olvasó ne foglalkozzék. Úgy véltük ugyanis: akkor járunk el jóhiszeműen, ha mindazt, amit az 1541-es évben Baselben kiadott kötetben találtunk, címmel és előszóval együtt hűségesen idemácsoljuk, jóllehet a mi fő célunkat nem segítik elő.

Kívánatos lenne ugyanakkor, ha a második beszámoló, melyet e szerző néhány helyen ígér, szintén megjelent volna; vagy ha esetleg kéziratban létezik, de valahol lappang (kiadva nem láttam, és más sem látta, akitől csak kérdeztem), akkor is jobb lenne közhasználatra átengedni, mintsem valamely rejtkehelyen férgék zsákmányául hagyni.¹⁴⁸ Ugyanezt kívántuk volna az Erasmus Rheinhold által Copernicus említett könyveihez írott kommentárok kapcsán, ha ama férfiú túl korai halála el nem ragadta volna a megkezdett írást más, a matematika köztársasága számára fölöttébb hasznos művekkel egyetemben. Te azonban, kedves Olvasó, örülj az itt közölteknek, amíg csak a mi Keplerünk az ő teljes égi vagy kozmikus művét, melynek *Előfutárát* kezdedben tartod, közre nem bocsátja. Éljd boldogul! Írtam Tübingenben a mi tudományos intézményünkben, október kalendáján, az üdvösség 1596. évében.

Bibliográfia

AITON, Erick John (1981) "Celestial Spheres and Circles." *History of Science* 19: 75-114
<https://doi.org/10.1177/007327538101900201>

ALBERS, Steven C. (1979) "Mutual Occultations of Planets: 1557 to 2230." *Sky and Telescope* 57/3: 220-222

ASHBROOK, Joseph (1956) "John Bevis and an Occultation of Mercury by Venus." *Sky and Telescope* 16/2: 68

BARBOUR, Julian B. (1989) *Absolute or Relative Motion? Volume 1: The Discovery of Dynamics: A Study from a Machian Point of View of the Discovery and the Structure of Dynamical Theories*. Cambridge, Cambridge University Press.

BARKER, Peter – GOLDSTEIN, Bernard R. (2001) "Theological Foundations of Kepler's Astronomy." *Osiris* 16: 88-113 <https://doi.org/10.1086/649340>

BAKER, Peter – GOLDSTEIN, Bernard R. (2003) "Patronage and the Production of *De Revolutionibus*." *Journal for the History of Astronomy* 34: 345-368. <https://doi.org/10.1177/002182860303400401>

BIAGIOLI, Mario (2006) *Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*. Chicago, The University of Chicago Press.

¹⁴⁸ A beígert mű sosem készült el, Rosen (1971: 10) szerint azért, mert az időközben megjelent *DR* feleslegessé tette.

BONO, Mario di (1995) "Copernicus, Amico, Fracastoro and Tusi's device: Observations on the Use and Transmission of a Model." *Journal for the history of astronomy* 26: 133-154. <https://doi.org/10.1177/002182869502600203>

BRUMMELEN, Glen van (2009) *The Mathematics of the Heaven and the Earth: The Early History of Trigonometry*. Princeton, Princeton University Press.

CASPAR, Max, ed. (1938-) *Johannes Kepler. Gesammelte Werke*. München: Verlag C.H. Beck. Online: <http://kepler.badw.de/kepler-digital.html>

CASPAR, Max (1993) *Kepler*. New York, Dover. (Bővített és javított változata az első angol kiadásnak [London – New York, Abelard-Schuman, 1959], amely fordítása [ford. Doris C. Hellman] az eredeti németnek [Stuttgart, Kohlhammer, 1948].)

DANIELSON, Dennis (2006) *The First Copernican: Georg Joachim Rheticus and the Rise of the Copernican Revolution*. New York, Walker & Company.

DICK, Steven J. (1982) *The Plurality of Worlds. Origins of the Extraterrestrial Life Debate from Democritus to Kant*. Cambridge, Cambridge University Press.

DOBRZYCKI, Jerzy (ed.) (1978) *Nicholas Copernicus on the Revolutions*. London and Basingstoke, The Macmillan Press Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-01776-8>

DREYER, John Lewis Emil (ed.) (1922) *Tychonis Brahe Dani opera omnia. Tomus 4*. Copenhagen, Libraria Gyldendaliana.

DREYER, John Lewis Emil (1953) *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. New York, Dover.

DUHEM, Pierre (1908) *Sauver les phénomènes. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*. Paris: Éditions Hermann. Magyar fordítása: *A jelenségek megőrzése. Értekezés a fizikaelmélet fogalmáról Platóntól Galileiig*. Ford. Nemes Krisztina. Budapest, Kairosz Kiadó, 2005.

EASTWOOD, Bruce (2007) *Ordering the Heavens: Roman Astronomy and Cosmology in the Carolingian Renaissance*. Leiden, Brill. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004161863.i-453>

FARKAS Gábor Farkas – ZSOLDOS Endre (2007) "The new star of 1572 and Hungary." *Journal for the History of Astronomy* 38: 477-486. <https://doi.org/10.1177/002182860703800405>

FRISCH, Christian, ed. (1859) *Joannis Kepleri astronomi opera omnia. Volumen II*. Frankfurt-Erlangen, Heyder & Zimmer.

GINGERICH, Owen (1985) "Did Copernicus Owe a Debt to Aristarchus?" *Journal for the History of Astronomy* 16: 37-42. <https://doi.org/10.1177/002182868501600102>

GINGERICH, Owen (2004) *The Book Nobody Read: Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus*. New York, Walker & Company.

GINGERICH, Owen – VOELKEL, James R. (1998) “Tycho Brahe's Copernican campaign.” *Journal for the history of astronomy* 29: 1-34. <https://doi.org/10.1177/002182869802900101>

GOLDSTEIN, Bernard R. (1967) “The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses.” *Transactions of the American Philosophical Society* 57/4: 3-55. <https://doi.org/10.2307/1006040>

GOLDSTEIN, Bernard R. – BARKER, Peter (1995) “The role of Rothmann in the Dissolution of the celestial spheres.” *The British journal for the history of science* 28: 385-403. <https://doi.org/10.1017/S000708740003346X>

GRAFTON, Anthony (1973) “Michael Maestlin's Account of Copernican Planetary Theory.” *Proceedings of the American Philosophical Society* 117/6: 523-550.

GRANADA, Miguel A. (2007) “Michael Maestlin and the New Star of 1572” *Journal for the history of astronomy* 38: 99-124. <https://doi.org/10.1177/002182860703800105>

GRANADA, Miguel A. (2013) “Tycho Brahe's anti-Copernican campaign: His criticism of Michael Maestlin and Thomas Digges in the *Astronomiae instauratae progymnasmata*” In P. J. Boner and D. Tessicini (eds): *Celestial novelties, science and politics on the eve of the Scientific Revolution (1540–1630)* Firenze, Leo S. Olschki Editore, 185–207.

GRANADA, Miguel A. (2014) “Michael Maestlin and His Unpublished Treatise on the Nova of 1604.” *Journal for the History of Astronomy* 45: 91-122. <https://doi.org/10.1177/002182861404500106>

GRANT, Edward (1987) “Celestial Orbs in the Latin Middle Ages.” *Isis* 78: 153-173. <https://doi.org/10.1086/354388>

GRASSHOFF, Gerd (2012) “Michael Maestlin's Mystery: Theory Building with Diagrams.” *Journal for the History of Astronomy* 43: 57-73. <https://doi.org/10.1177/002182861204300104>

GREEN, Daniel W.E. (2004) “Astrometry of the 1572 supernova (B Cassiopeiae).” *Astronomische Nachrichten* 325: 689-701. <https://doi.org/10.1002/asna.200310246>

GREEN, Daniel W.E. (2007) “Mästlin [Möstlin], Michael.” In Thomas Hockey *et al.* (eds.): *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York, Springer. 743-745.

GUERLAC, Henry (1978) “Amicus Plato and Other Friends” *Journal of the History of Ideas* 39: 627-633. <https://doi.org/10.2307/2709446>

HALLYN, Fernand (1990) *The Poetic Structure of the World. Copernicus and Kepler*. New York, Zone Books. (Ford. Donald M. Leslie. Eredeti mű: *La Structure poétique du monde: Copernic, Kepler*. Éditions du Seuil. 1987)

HAMEL, Jürgen (2002) “Die Rolle Maestlins in der Polemik um die Kalenderreform” In G. Betsch, J. Hamel (eds.): *Zwischen Copernicus und Kepler – M. Michael Maestlinus Mathematicus Goeppingensis 1550–1631*. Frankfurt, Acta Historica Astronomiae, xvii.

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 disszertáció, University of Toronto.

HEATH, Thomas L. (1908) *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Vol. 3. Cambridge, Cambridge University Press.

HEATH, Thomas L. (1913) *Aristarchus of Samos, the ancient Copernicus; a history of Greek astronomy to Aristarchus, together with Aristarchus's Treatise on the sizes and distances of the sun and moon: a new Greek text with translation and notes*. London, Oxford University Press.

HELDEN, Albert van (1985) *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley*. Chicago, University of Chicago Press.

HELLMAN, C. Doris (1944): *The Comet of 1577: Its Place in the History of Astronomy*. New York, AMS Press. <https://doi.org/10.7312/hell93228>

JARDINE, Nicholas (1988) *The Birth of History and Philosophy of Science. Kepler's "A Defence of Tycho against Ursus" with Essays on its Provenance and Significance*. Cambridge, Cambridge University Press.

JARRELL, Richard A. (1971) “The Life and Scientific Work of the Tübingen Astronomer, Michael Mastlin, 1550–1631.” Ph.D. disszertáció, University of Toronto.

KISTERMANN, Friedrich W. (1985) “Abridged multiplication – the architecture of Wilhelm Schickard's calculating machine of 1623” *Vistas in Astronomy* 28: 347-353. [https://doi.org/10.1016/0083-6656\(85\)90046-7](https://doi.org/10.1016/0083-6656(85)90046-7)

KOESTLER, Arthur (1959) *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*. New York, The Macmillan Company. Magyar fordítás: *Alvajárók*. Ford. Makovecz Benjamin. Budapest, Európa, 1996.

KRAAI, Jesse (2003) *Rheticus' Heliocentric Providence*. Ph.D. disszertáció, Universität Heidelberg.

KUHN, Thomas S. (1957) *The Copernican Revolution*. Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

KUTROVÁTZ Gábor (2016) “Kopernikusz érvei a heliocentrikus hipotézis mellett” In Laki János – Székely László (eds.): *A kopernikuszi fordulat fél évezred távlatában*. Budapest, Könyvpont. 67-93.

KUTROVÁTZ Gábor – SUSZTA Laura – VASSÁNYI Miklós (2019) “Galilei Csillaghírnöke mint óvatos kiállítás az új világrend mellett. Forrásközlés bevezető tanulmánnyal” *Világtörténet* 9/1: 93-131.

LEE, Henry Desmond Pritchard (ed., transl.) (1952) *Aristotle: Meteorologica*. Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

MEEUS, Jean (1970) “Mutual Occultations of Planets.” *Journal of the British Astronomical Association* 80: 282-287.

METHUEN, Charlotte (1994) “Securing the Reformation through Education: The Duke of Wiirttemberg's Scholarship System.” *Sixteenth Century Journal* 25: 841-851. <https://doi.org/10.2307/2542258>

METHUEN, Charlotte (1996) “Maestlin's Teaching of Copernicus. The Evidence of His University Textbook and Disputations,” *Isis* 87: 230-247. <https://doi.org/10.1086/357482>

MOESGAARD, Kristian P. (1972) “Copernican Influence on Tycho Brahe.” In Jerzy Dobrzycki (ed.): *The Reception of Copernicus' Heliocentric Theory*. Dordrecht, Reidel. 31-56. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7614-7_2

MURARA, Marco (2007) “Rheticus.” In Thomas Hockey (ed.): *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York, Springer. 966-967.

ROSEN, Edward (1971) *Three Copernican Treatises*. 3rd edition. New York, Octagon Books.

ROSEN, Edward (1974) “Mästlin, Michael.” In Charles Coulston Gillispie (ed.): *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 9. New York, Charles Scribner's Sons. 167-170.

ROSEN, Edward (1975) “Rheticus, George Joachim.” In Charles Coulston Gillispie (ed.): *Dictionary of Scientific Biography*, Vol 9. New York, Charles Scribner's Sons. 395-398.

ROSEN, Edward (1985) “The Dissolution of the Solid Celestial Spheres.” *Journal of the History of Ideas* 46: 13-31. <https://doi.org/10.2307/2709773>

SCHOFIELD, Christine (1989) “The Tychonic and Semi-Tychonic World Systems.” In René Taton – Curtis Wilson (eds.): *The General History of Astronomy, Volume 2: Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge, Cambridge University Press. 33-44.

STEPHENSON, Richard F. – CLARK, David H. (1977) “The Location of the Supernova of AD 1572.” *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 18: 340-350.

TOOMER, Gerald James (tr., ann.) (1984) *Ptolemy's Almagest*. London, Duckworth – New York, Springer.

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Dr. Kutrovátz Gábor, Dr. habil. Vassányi Miklós

TREDWELL, Katherine A. (2004) “Michael Maestlin and the Fate of the Narratio Prima.” *Journal for the History of Astronomy* 35: 305–325. <https://doi.org/10.1177/002182860403500304>

VASSÁNYI Miklós (2017a) “Az óvatos Copernicus. A *De revolutionibus orbium coelestium* polifón előszavai, elhallgatott bevezetése és korai egyházi kritikája.” *Orpheus Noster* 9/3: 110-145.

VASSÁNYI Miklós (ford.) (2017b) “A toruńi Nicolaus Copernicus 6 könyve az égi pályák körforgásairól I. könyv, 1-5.” *Orpheus Noster* 9/3: 145-157.

VOELKEL, James R. (2001) *The Composition of Kepler's Astronomia nova*. Princeton, Princeton University Press.

WESTMAN, Robert S. (1972) “The Comet and the Cosmos: Kepler, Mästlin and the Copernican Hypothesis.” In Jerzy Dobrzycki (ed.): *The Reception of Copernicus' Heliocentric Theory*. Dordrecht, Reidel. 7-30. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7614-7_1

WESTMAN, Robert S. (1975a) “The Melanchthon Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory.” *Isis* 66: 164-193. <https://doi.org/10.1086/351431>

WESTMAN, Robert S. (1975b) “Three Responses to the Copernican Theory: Johannes Praetorius, Tycho Brahe, and Michael Maestlin.” In Robert S. Westman (ed.): *The Copernican Achievement*. Los Angeles, University of California Press. 285-345.

WESTMAN, Robert S. (2011) *The Copernican Question: Prognostication, Skepticism, and Celestial Order*. Los Angeles, University of California Press. <https://doi.org/10.1525/california/9780520254817.001.0001>

WINNECKE, Friedrich August Theodor (1878) “On the Visibility of Stars in the Pleiades to the Naked Eye.” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 39: 146-148. <https://doi.org/10.1093/mnras/39.2.146>

WŁODARCZYK, Jarosław (ed.) (2015) *Georg Joachim Rheticus: Narratio prima, or First Account of the Books On the Revolutions by Nicolaus Copernicus*. Warszawa, University of Warsaw Press.