

VASSÁNYI MIKLÓS (FORD.) – KUTROVÁTZ GÁBOR (JEGYZ.)
Kepler: *A copernicusi csillagászat kivonata* (1618–1621)

I. könyv, „A szférikus tan alapelveinek 5. része:”

„A Föld napi mozgásáról,” utolsó kérdés:

„Mit gondolsz, mit kell válaszolni minden kor és minden rend szent és profán tekintélyeinek, akik vita nélkül elfogadják ezek ellenkezőjét, <vagyis azt,> hogy a Föld mentes az első mozgástól, és az ég mozog?”¹

Copernicus így felel: 1. Minthogy a tömeg – a beszéd mestere lévén – a szemek érzékleteit fejezi ki a beszéd használata révén, a filozófus pedig az igazságot keresi, amely a dolgok megjelenő képei alatt rejtőzik, ezért nem lehetetlen, hogy a filozófus gondolatai messze járnak a tömeg ítéletétől. 2. Az Írás egyes szöveghelyeit tévesen forgatják ki önmagukból a csillagászati tartalom kedvéért; akik ezt szokták csinálni, azok belátásait el kell vetni mint oktalanságokat; hisz nyilvánvaló, hogy időnként még a szent egyházatyák is gyermekesen módon [*pueriliter*] beszéltek a csillagászati dolgokról, melyeket nem hivatásszerűen tanultak, s tévedésüknek az Írásokban kerestek oltalmat, mint Lactantius, aki nem volt képes elhinni, hogy a Föld gömbölyű; s úgy fog látszani, hogy vele ért egyet Jób könyve, melyet a <benne> megszólaló Isten szándéka ellenére alkalmaznak a filozófiai spekulációra.²

Ezt a választ több különböző <indok>kal támaszthatjuk alá. A csillagászat ugyanis feltárja a természeti események okait, szakszerűen vizsgálja a látás tévedéseit; de miután a szent könyvek sokkal magasabb rendű dolgokat adnak át, ezért az emberi nyelvet használják, hogy megértsük őket, s emiatt csupán futólag és más elfoglaltságuk közben érintik a természeti dolgok látható alakjait, ahonnan az emberi nyelv keletkezett; de mindazáltal ezt tennék akkor is, ha mindenki számára teljesen világosak lennének a látás tévedései. Mert se a csillagászatot, se önmagunkat nem avégett műveljük mi, asztronómusok, hogy a tömeg nyelvét megváltoztassuk, hanem azért, hogy miközben az megmarad olyannak, amilyen, az igazság kapuit mi mégis feltárhassuk. Hogy a planéták állnak vagy hátrálnak, a Nap nyugalomban áll [*solstitia*], megfordul, felkel, lenyugszik, előjön az ég egyik végén, mint házastárs az ágyasházából, elrejtőzik az ég másik végén, fölhang az ég közepére, bizonyos völgyek és hegyek irányába mozog – mindezeket a tömeggel együtt mondjuk mi is, és pedig szemünk érzékelésének megfelelően, hiszen minden csillagász egyetért

¹ Kepler: *Epitome Astronomiae Copernicanae*, 1618, 138–140.

² Kepler talán Jób 38, 13-ra gondol: „et tenuisti concutiens extrema terrae et excussisti impios ex ea” („megragadtad a Földnek széleit, és leráztad róla a gonoszokat”), amely megerősíteni látszik a Föld laposságát.

abban, hogy mindebből semmi sem igaz a szó szoros értelmében. Mennyivel kevésbé kell hát követelni az isteni ihletésű Írásoktól, hogy a tömeg szólásmódját elvetve, a természettudomány [*scientiae naturalis*] normájához alkalmazza szavait, s elvont és nehézkes kifejezésekkel zavarja össze Isten együgyű népét oly dolgokkal kapcsolatban, melyek meghaladják az okítandók felfogását, s ezáltal elgátolják előlük a sokkal magasabbra, valóságos céljukhoz vezető utat! Kövesd csak végig lépésről-lépésre a jelen I. könyv egészében az Írás népszerű kifejezéseinek nyomait a világ és a mozgások alakjáról, amelyekről nincs semmiféle vita; hát akkor miért izzadunk itt egyedül a Föld mozgása körül?

Néhány olyan <passzus> is idevonnak, melyeket még szemünk érzékeléséhez sem kell viszonyítanunk, hanem teljesen idegenek célunktól, amint ezt a szövegtörzset világossá teszi – amennyiben nem is a csillagászati értelemben vett megál-lásról vagy nyugalomról szólnak, hanem a Föld fizikai fennmaradásáról, miközben élőlények pusztulnak és születnek a felszínén; vagy amikor a talaj állandóságát vetik össze a rajta járó állatok változatos mozgásaival; vagy midőn egy allegóriáról van szó, melynek révén „a Föld oszlopainak megerősítése” alatt a fegyverek csendje és a köznyugalom értendő.

3. Ami a filozófusok tekintélyét [*authoritatem*] illeti, Copernicus megmutatja, hogy már az épp létrejövő csillagászat kezdeteikor sem hiányoztak olyanok, akik azt állították, hogy a Föld nyugatról keletre mozog – Nikétas Cicerónál,³ a pythagoreus Philolaos és Ekphantos, valamint Hérakleides Pontikos Plutarchosnál;⁴ tedd még hozzájuk Archimédész és az említett Plutarchos alapján Samosi Aristarchost,⁵ Kleanthés

³ Cicero: *Academica priora*, liber II („Lucullus”), xxxix, 123: „Hicetas Syracosius, ut ait Theophrastus, caelum solem lunam stellas supra denique omnia stare censet neque praeter terram rem ullam in mundo moveri, quae cum circum axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia quae si stante terra caelum moveretur; atque hoc etiam Platonem in Timaeo dicere quidam arbitrantur, sed paulo obscurius.” („A syrakusai Hikétas – Theophrastos szerint – úgy véli, hogy az ég, a Nap, a Hold, a csillagok s végső soron minden áll, és a Földön kívül semmi sem mozog a világon; s miután a Föld igen nagy sebességgel forog a tengelye körül, ugyanazok a jelenségek idéződnek elő, mint ha a Föld állna, és az ég mozogna; és egyesek véleménye szerint Platón is ugyanezt mondja a *Timaios*-ban, csak egy kicsit homályosabban;” Cicero: *De natura deorum – Academica*. With an English translation by H. Rackham. Cambridge – London: Harvard University Press, 1951, 626. Loeb Classical Library, 268 = Cicero vol. XIX.)

⁴ „Mások szerint áll a Föld; a püthagoreus Philolaos szerint azonban körben mozog a tűz körül egy ferde kör mentén, a Naphoz és a Holdhoz hasonlóan. Pontosi Hérakleides és a pythagoreus Ekphantos szerint pedig mozog a Föld, de nem helyváltoztató mozgással, hanem tengellyel ellátott kerék módjára <forog> nyugatról keletre, a saját középpontja körül.” Pseudo-Plutarchos: *De placitis philosophorum*, III, 13 (Plutarque: *Oeuvres morales*. Tome XII, 2^e partie: *Opinions des philosophes*. Texte établi et traduit par G. Lachenaud. Paris: Les Belles Lettres, 2003, 137).

⁵ Az „ókor Copernicus”-nak is nevezett Aristarchos egyetlen fennmaradt műve *A Nap és a Hold nagyságáról és távolságairól* (Αριστάρχου περί μεγέθων καὶ ἀποστημάτων ἡλίου καὶ σελήνης / *De magnitudinibus et distantis Solis et Lunae*). E rövid, geometriai természetű szöveg nem tárgyalja a heliocentrikus elméletet, csak a Föld, a Hold és a Nap méretének egymáshoz való arányait (abszolút méretek megá-lapítása nélkül). Így Aristarchos heliocentrizmusáról csak egyetlen forrásból, Archimédész (Kr. e. III. század) *Homokszámlálójának* (Ψαμμίτης, lat. *Arenarius*) I/4–5. fejezeteiből tudunk. Itt Archimédész így

kortársát, aki szentségtöréssel vádolta őt az Areiospagoson, mert a Föld mozgását állítva Vesta szentélyét mozdítja el.⁶

Aki csak kiváló filozófus és csillagász manapság, az Copernicusszal ért egyet – megtört a jég, a jobb helyeslése révén győzedelmeskedünk, a többiek szinte csak a babona vagy a Kleanthésektől való félelem tartja vissza. Ez azonban több, mint elég: mert még ha a korábbiak közül nem is tett volna senki tanúságot emellett az igazság mellett, a filozófusnak attól még nem kevésbé kellene azt elfogadnia. Hisz amiként a keresztény teológiában észszerűtlenül jár el az, aki előbb az észtól kérve tanácsot, utóbb végül a tekintélyeket mérlegeli, úgy nem kevésbé helytelen dolog a filozófiában először az auctoritásokat venni fontolóra, azután végül rátérni az észérvekre [*rationes*].

Habár a művelt emberek tömege, mely nem sokkal bölcsebb az írástudatlanoknál, kifelé a tekintélyekre hivatkozik, lelke mélyén a tudatlanságtól elvakultan mégis inkább hamissággal vádolja az abszurd és szokatlan tant; s miután minden tekintetben elutasítandónak és elpusztítandónak ítéli, végül végigbongeszi az auctoritásokat, s azokkal megerősíti és felfegyverzi magát; de világi s szent tekintélyeket minden megkülönböztetés nélkül emel ki közülük – ugyanolyan módon, ahogyan Copernicus –, ha azon kapja őket, hogy a paradox tanítás pártján állnak; amint az Jób 38. fejezete példáján látható, amikor valamelyikük e szöveg alapján bizonyítja,

ír: „...Tudod ugyanis, hogy a legtöbb csillagász azt a gömböt nevezi „világ”-nak, amelynek egyrészt a középpontja a Föld középpontja, másrészt pedig a középponttól <kiinduló sugara> egyenlő a Nap középpontja és a Föld középpontja közötti egyenessel. Samosi Aristarchos azonban kiadott írásokat bizonyos feltevésekről, amelyekben az alapelvekből az következik, hogy a világ <mérete> a sokszorososa a jelenleg mondottnak. Feltételezi ugyanis, hogy a csillagok közül a nem bolyongók és a Nap mozdatlanul maradnak, míg a Föld körbevitetik [*peripheresthai*] a Nap körül egy kör kerülete mentén, amely <ti. a Nap> e pálya [*dromō*] közepén helyezkedik el, a nem bolygó csillagok szférája pedig, melynek középpontja közös a Napéval, nagyságára nézve akkora, hogy az a kör, melynek mentén feltevése szerint a Föld körbevitetik, úgy aránylik a nem bolygó csillagok távolságához, ahogyan a <világ>gömb középpontja a felülethez. Teljesen világos azonban, hogy ez lehetetlen. Hisz miután a gömb középpontjának egyáltalán nincsen nagysága, ezért azt sem tételezhetjük fel, hogy lenne valamilyen aránya [*logon*] a szféra felületéhez.”

⁶ καὶ ὁ Λεύκιος γελᾶσας «μόνον» εἶπεν ὦ τάν, μὴ κρίσιν ἡμῖν ἀσεβείας ἐπαγγείλῃς, ὥσπερ Ἀρίσταρχον ᾤετο δεῖν Κλεάνθης τὸν Σάμιον ἀσεβείας προσκαλεῖσθαι τοὺς Ἑλλήνας ὡς κινεῖν τὰ τοῦ κόσμου τὴν ἐστίαν, ὅτι <τὰ> φαινόμενα σώζειν ἀνὴρ ἐπειράτο μένειν τὸν οὐρανὸν ὑποτιθέμενος, ἐξελίττεσθαι δὲ κατὰ λοζοῦ κύκλου τὴν γῆν, ἅμα καὶ περὶ τὸν αὐτῆς ἄξονα δινομένην. („Mire Leukios így szólt nevetve: »Uram, ne vádolj minket szentségtöréssel, mint ahogy Kleanthés hitte, hogy a görögöknek szentségtöréssel kellene vádolni a szamoszi Aristarchost, aki megrángatta a kozmosz tűzhelyét, amikor azzal az elgondolással igyekezett megőrizni a jelenségeket, hogy az égbolt mozdatlan, míg a Föld egy ferde kör mentén mozog, és közben forog a tengelye körül.«” Plutarchos: *De facie quae in orbe Lunae apparet*, 6. fejezet = 922 F 6–923 A 6). E Plutarchos-művet Kepler görögből latinra fordította, saját jegyzeteivel kiegészítve, s fordítása egy posztumusz kötetben jelent meg az *Álomlátás* című művével együtt 1634-ben: *Iob. Kepleri mathematici olim imperatorii Somnium, seu opus posthumum de astronomia lunari...* Francofurti: Impressum partim Sagani Silesiorum, 1634. Modern kiadása: JKGW XI/2, 380–438.

hogy a Föld sík, és zsinórmérték szerint kiterjedt, s bizonyos oszlopok tetején áll, ahogy az <Írás> betűje mondja.⁷

*V. könyv: „Milyen alakúvá formálódik tehát a bolygópálya
a IV. könyv fizikai alapelvei szerint?”⁸*

Ha a bolygó testének nem lennének mágneses belső rostjai [*fibras*],⁹ melyek egyikének elhelyezkedése folytán a bolygó észak felé törekedhet, másikának megfelelően délre,¹⁰ az egyik régiója szerint a Nap felé vonódhat, a másik szerint attól távolodhat,¹¹ akkor a Nap, miközben testének tengely körüli forgása révén körbehordozza teste anyagtalán képmását¹² a világ igen tágas terein át, az e képmás által megraga-

⁷ Jób 38, 4–6: „Hol voltál, mikor a földnek alapot vetettem? Mondd meg, ha tudsz valami okosat! Ki határozta meg mértékeit, ugyan tudod-é; avagy ki húzta el felette a mérő zsinórt? Mire bocsátották le oszlopait, avagy ki vetette fel szegeletkövét...?”

⁸ Kepler: *Epitome Astronomiae Copernicanae*, 3. kötet, Francofurti: 1621, 642–644 = JKGW VII, 363: „Qualis igitur formatur figura orbitae planetariae ex principiis quarti libri physicis?”

⁹ Kepler – William Gilbert *De magnete*-je alapján, lásd JKGW VII, 334, linn. 2–5 – feltételezi, hogy a „mágnesességért” (ami itt tágabban értendő, mint a modern fizikában) bizonyos, a testekben végighúzódo „rostok vagy szálak” (*fibras seu filamenta*) a felelősek, melyek képesek az anyagtalán erővel kölcsönhatni és így a testek mozgását előidézni. Ezeknek alapvető szerepet tulajdonít minden kozmikus mozgásjelenség kapcsán, mint amilyen itt az ingadozás (tehát a naptávolság változása, IV/3/3) és a szélességi mozgás (azaz kitérés az ekliptikától, IV/3/4) vagy a Hold szabálytalan keringése (IV/3/5). A Nap tekintetében így tett már az *Új, oknyomozó csillagászat* 36. fejezetében is, ahol kétféle rostot különböztetett meg: a forgástengellyel párhuzamos egyenes rostokat, valamint a szélességi körökkel párhuzamos körkörös rostokat. Az itt tárgyalt, további rostok eltérnek ezektől.

¹⁰ Egyes rostok – a szélességi rostok (*fibrae latitudinis*) – a keringés síkjához képest dőltek, de nem párhuzamosak a forgástengellyel (JKGW VII, 344–345 *et passim*), és ezek okozzák a bolygó kitérését az ekliptikától, mint ahogyan egy ferdén vízbe tartott evező eltéríti a hajót. Megjegyezzük, hogy arra a kérdésre, hogy ezek (és a következő fajtájú) rostok vajon mikén tartják meg abszolút irányukat a Föld forgása ellenére, véleményünk szerint Kepler nem ad kielégítő választ, ugyanis noha jellemzi a bolygók „belső mágneses konfigurációját” (pl. JKGW VII, 334, lin. 8), ám nem fejt ki ennek viszonyát a test anyagához. Az egyik lehetőség, hogy a rostok nem közvetlenül az őket körülvevő anyaghoz rögzülnek (mint ahogy a modern fizika mágneses erővonalai sem). A másik (lásd pl. *Új, oknyomozó csillagászat* 63. fejezetét), hogy a Föld több, eltérő mozgású rétegből áll: a mozdulatlan mag hordozza a (majdnem) állandó irányú rostokat, és csupán a felszín forog a maga körkörös rostjaival egyetemben. A problémára a vonatkozó szakirodalomban sem találtunk egyértelmű megoldást.

¹¹ Más rostok – az ingadozásért felelős rostok (*fibrae libratoriae*) – a keringés síkjában fekszenek és merőlegesen az apszisvonalra (JKGW VII, 337–338 *et passim*): ezek készítetik a bolygót a Naphoz képesti közeledésre és távolodásra annak függvényében, hogy melyik végük van közelebb a Naphoz (amely vonzza vagy taszítja őket).

¹² Értsd: a Naptól kivetülő mozgató erő (mely a forgó Nap anyagtalán képmása) a forgása révén hordozza körbe a bolygókat. Vö. az *Új, oknyomozó csillagászat* 34. fejezetével, ill. a jelen műben a IV. könyv II. részének 3. fejezetével. Ha a fent említett rostok nem zavarnának be, akkor – amint a mondat részletesen kifejti – a forgó képmás egyszerű körpályán mozgatná a bolygókat a Nap forgási síkjában, még hozzá a középponttól távolodva az egyes bolygókat egyre lassabban, ahogy az erőhatás „szétterül” az egyre nagyobb pályák kerülete mentén.

dott bolygót szintén körbehordozná; s i. mivel ő maga az ekliptikában helyezkedik el, a bolygó útját egészen pontosan az ekliptika síkjába rendezné.¹³ 2. Ezáltal mindig ugyanabba a pontba juttatná vissza a bolygót, ahonnan kiindult. 3. Ugyanaz lenne a Nap testének és a bolygópályának a középpontja. 4. Maga a pálya [*orbitae*] alakja tökéletes kör lenne. 5. A bolygó e kör minden egyenlő ívén tökéletesen egyenlő sebességgel [*celeritate*] vonulna végig.

De mivel feltettük, hogy bármely tetszőleges bolygó testében kétféle belső rost van,¹⁴ ezért a bolygótest képességeinek a Nap mozgatóerejével [*virtutis motricis*] való összevegyülése révén az történik, hogy 1. a bolygó az ekliptikához képest megdőlt pályát ír le; és mivel a szélesség rostjai [*fibrae latitudinis*] az egész körbenjárás során szinte párhuzamos helyzetben maradnak, de mégsem teljesen,¹⁵ sőt inkább számos kör leírása [*gyrationes*] után fokozatosan elhajlanak, ezért 2. a bolygó pályája által bezárt sík megközelítőleg tökéletes sík, de mégsem teljesen az; hanem egy körbenjárás után a bolygó-gömb középpontja nem jut vissza pontosan a kiindulási helyére, hanem új kört kapcsol hozzá ahhoz, melyet már megfutott és bevezetett, a természetes napok köreinek mintájára, amelyekről a III. könyvben <írók> a 291. oldalon, vagy ama fonal módjára, melyet a selyemhernyó bocsát ki magából, amikor kicsiny lakhelyét körbefonja és megépíti magának több, egymással összekapcsolódó kör egybefonásával; és ez az oka annak is, hogy az igen hosszú oldalirányú kitérések [*excursus*] nem minden korban történnek az állatöv ugyanazon helyein.¹⁶ S miután az ingadozást okozó rostok [*fibrae libratoriae*] hatására a bolygót az egyik oldalon vonzza, azzal szemben taszítja a Nap,¹⁷ ezért a bolygó 3. a Nap körüli pályát ír ugyan le, de nem annak középpontja körül, hanem a Naphoz képest excentrikusat; s emiatt van, hogy 4. a kör nem tökéletes, hanem az oldalain kicsit szűkebb és összenyomottabb, nyilvánvalóan elliptikus alakú.¹⁸ 5. Ugyanezen ok folytán és mivel a Nap testének képmása, mely a bolygó mozgását okozza, egy

¹³ Kepler tudatában volt annak, hogy a Nap forgási (egyenlítői) síkja, a „közepes ekliptika” nem teljesen azonos a Föld keringési síkjával, a „valódi ekliptikával.” Ez a mondat nyilván az előbbire vonatkozik, ám a számításaiban gyakran az utóbbit tünteti ki alapsíknak.

¹⁴ A fentebbi jegyzetekben jelzett különbségtétel csak a részletes fejtegetéseket követően válik a műben (talán Kepler számára is) világossá: JKGW VII, 346.

¹⁵ Ennek oka a befutott ellipszisfelek aszimmetriája, s ezáltal a rostokra ható erők egyenetlensége a pálya mentén.

¹⁶ Értsd: a legnagyobb szélességi kitérések helyei lassan vándorolnak az ekliptika mentén, vagyis a bolygópályák kissé ferde síkjai körkörösén elbillennek (miként a bűgőcsiga forgási síkja). Ezért az ismert jelenségért, a csomópontok vándorlásáért – Kepler szerint – a szélességi rostokra egyenetlenül ható erő okozta lassú elcsavarodás a felelős.

¹⁷ A rostok különböző végei által kijelölt féltekékről van szó, nem pedig az északi, ill. déli féltekékről, se nem a bolygó Nap felőli és túlsó oldaláról. Az eltérő rostvégekkel ugyanis más és más kölcsönhatásban van a Nap ereje, ezért a pályamenti körbejárás egyik felében vonzó hatást gyakorol a Földre (amikor is az egyik végük mutat inkább a Nap felé), a másik felében taszítót, mert inkább a másik végük található a Nap irányában. Ebből jön létre az elliptikus pályaalak.

¹⁸ Ezt később (V/1/3) matematikailag is levezeti az előfeltevéseiből.

tágabb körben¹⁹ erőtlenebb és gyöngébb, a bolygó nem is tud ugyanolyan sebességű maradni a pályája minden részén, hanem a Naptól nagy távolságban lassú, kis távolságban gyors.²⁰ Végezetül miután az ingadozást okozó rostok számos körforgás lefolyása után kimozdulnak párhuzamos helyzetükből, ezért azok az állatöv menti helyek, ahol a bolygók igen magasan²¹ [*altissimi*] és igen lassan haladnak, sem maradnak mindig ugyanazok, hanem lassacskán rendre elmozdulnak.²²

¹⁹ Azért körben, mert szemben a fénnyel, amely térben terjed, a mozgató erő Kepler szerint a forgás által, tehát síkban fejti ki a hatását (annak ellenére, hogy maga a képmás természetesen térbeli). Így intenzitása nem négyzetesen, hanem lineárisan csökken a távolsággal (JKGW VII, 305, linn. 23–34).

²⁰ A „második törvény”-ét később ($V/1/I$) pontos alakban is levezeti az előfeltevéseiből.

²¹ Értsd: a Naptól távol. A hagyományos, geocentrikus szakzsargonban a „magas” pozíció természetesen a Földtől távolit jelentette, innen öröklődik a kifejezőmód.

²² Tehát maguk a pályák is lassan elfordulnak a Nap körül, így az apszisponatok vándorolnak. Ez ismét csak egy olyan jelenség (hasonlóan a csomópontok vándorlásához, vagyis a pályasík elfordulásához), amely eddigre ismertté vált, ezért Kepler igyekszik beleilleszteni a fizikai magyarázatába.