

KUTROVÁTZ GÁBOR

Kepler állítólagos összefoglalása a copernicusi asztronómiáról

Bevezetés

A *copernicusi csillagászat kivonata* a legértettebb, a legrendezettebb és a leghosszabb Kepler művei közül. A munka három kötetben jelent meg (1618, 1620, 1621), hét könyvre oszlik, melyek mindösszesen 20 alrészre tagolódnak, és ezen részek mindegyike fejezeteket tartalmaz, amelyekben belül a tematikus strukturálást kérdésekkel és az azokra adott, a pár sortól a néhány oldalig terjedő válaszokkal oldja meg a szerző. Az itt fordított tartalomjegyzék csupán a részek címét jeleníti meg, hogy így érzékeltessük a mű tartalmi gazdagságát és grandiózus ívét, mivel az ennél részletesebb szintre lemenő fordítás terjedelmi okokból indokolatlan lenne.

Ugyanakkor ez a mű talán a leginkább elhanyagolt Kepler nagyobb munkái közül.¹ Ennek fő oka, hogy a korábbi művekhez képest nem található benne forradalmi újdonság vagy jelentős felfedezés. Azonban ez nem is feladata: miként már a címe is sejteti,² ez egy tankönyv, és ennek köszönhető az igen didaktikus, kérdés-felelet szerkezetű kifejtés is, amely a korabeli tankönyvek bevett jellemzője volt. Így tehát a mű nem egy szűkebb témára összpontosít, hanem igyekszik átkarolni a fontosabb csillagászati témák összességét.

Ám a szöveg több szempontból is szétfeszíti a tankönyvi kereteket. Egyrészt az elemzés technikai komplexitása időként messze meghaladja azt a szintet, mely egy tanulótól elvárható (sőt, ezek megértése a korabeli szakemberek – valamint a modern olvasó – részéről is jelentős erőfeszítést és kompetenciát igényel). Másrészt egyáltalán nem a szakmai konszenzust foglalja össze, hanem merőben új és szokatlan elképzeléseket propagál. Harmadrészt, szemben a hagyományos csillagászati

¹ Erre panaszkodik például Max Caspar a Keplerről írt életrajzi kötetében: bár szerinte ez a munka jelentőségében azonos szinten áll Ptolemaios *Almagest*-jével és Copernicus *De revolutionibus*-ával, ám ezt kevesen tudatosítják, aminek az a fő oka, hogy „túl kevésé ismert” (Max Caspar: *Kepler*. Transl. & ed. C. D. Hellman, New York: Dover, 1993, 297). A szakirodalmi összefoglalások és elemzések közül leginkább e kettőt ajánljuk: Alexandre Koyré: *The Astronomical Revolution: Copernicus – Kepler – Borelli*. Transl. R. E. W. Maddison. London: Methuen, 1973, 283–325 és 344–361; valamint Bruce Stephenson: *Kepler's Physical Astronomy*. New York: Springer, 1987, 138–201.

² A cím nyilvánvalóan összecseng Kepler mestere, Michael Mästlin rendkívül sikeres tankönyvének címével: *Epitome Astronomiae*, azaz a csillagászat kivonata. Ehhez képest a Keplernél szereplő „copernicusi” jelző egyfajta megkülönböztető jegyként érthető, vagyis hogy itt a heliocentrikus csillagászat összefoglaló tankönyvéről van szó, szemben a tanára által kifejlesztett geocentrikussal.

tankönyvekkel és értekezésekkel egyaránt, Kepler nem pusztán leírja és modellezi az égi mozgásokat, hanem alaposan meg is indokolja őket, ugyanis mindvégig a jelenségek okait igyekszik feltárni. Ezek az okok részben közvetlenek, tehát fizikaiak, amikor is erőhatásokból vezeti le a pályák és pályamenti haladások matematikai tárgyalását – amint az *Új, oknyomozó csillagászatban* (1609) is tette, bár itt ezt jelentősen elmélyíti és kiterjeszti. A végső okok azonban metafizikaiak vagy archetipikusak: a kozmosz racionális ősképből és berendezettségéből következett a jelenségek alapjaira – így járt el a *Kozmográfiai értekezések előfutárában* (1596) és *A világ harmóniatanában* (1619) is.

Ezek a sajátosságok már az elsőként megjelenő kötet anyagában, az 1615-re zömében elkészült első három könyvben is előtérbe kerülnek. Itt a szférikus csillagászat, vagyis a földi megfigyelő számára adódó alapjelenségek tanának kifejtésével találkozunk az olvasó, ami minden korabeli asztronómia tankönyv szerves részét képezte. Az első könyv a Föld méretét és a világban betöltött helyét írja le. A második az égbolt nevezetes főköreit, továbbá ezek viszonyát mutatja be. A harmadik az állócsillagok (látszólagos) mozgásáról, valamint ezek napi és évi láthatóságáról szól. Az egyébként közismert témák kifejtése azonban meglehetősen egyedi: egyfelől, más tankönyvekkel szemben, Kepler a Föld forgására (és helyenként a keringésére), nem pedig az égbolt mozgásaira vezeti vissza a vizsgált jelenségeket (sőt, az első könyvben hosszasan érvel a Föld forgásának lehetősége és igazsága mellett); másfelől gyakorta tér ki a lehetséges fizikai és archetipikus okokra.

Ezek a mozzanatok a később, *A világ harmóniatana* megírása után készült és megjelent kötetekben, tehát a negyedik könyvtől tovább erősödnek. Egyrészt – miként a cím alapján várható is – részleteiben kifejti a heliocentrikus elméletet, amely szokatlan módon (bár mégis szükségszerűen) maga után vonja a kozmosz felépítésének és arányainak vizsgálatát. Másrészt ez a kifejtés alapvetően fizikai és metafizikai gyökerű. A felépítés is deduktív: a negyedik könyvben jórészt kvalitatíve jellemzi a kozmoszban működő fizikai mechanizmusokat és archetipikus okokat, majd az ötödik és hatodik könyvben tárgyalja az ezekből levezetett mozgásokat, precíz matematikai érvelések alapján. Eközben a hatodik könyv visszavezet a látszó mozgások elemzéséhez, immár a valódi okok ismeretében. Végül az aránylag rövid hetedik könyv a precesszióval, valamint kapcsolódó témákkal foglalkozik kopernikánus alapokon, a földtengely változásaira visszavezetve azokat.

Mindezek után látható tehát, hogy a mű címe alaposan megtévesztő: nem a copernicusi csillagászatot tárgyalja, hanem annak a Kepler által alaposan továbbfejlesztett, szemléletében pedig gyökeresen átalakított változatát. Az első kötet elején, a szerzői ajánlás után szerepel egy epigramma, melynek címe „Ptolemaios és Kepler összehasonlítása”,³ vagyis a szerző nem rejtja véka alá, hogy ő maga a történet főszereplője, nem pedig Copernicus.⁴ Annyiban szól ez Copernicusról, hogy

³ JKGW VII, 10, ahol a továbbiakban a JKGW feloldása: Johannes Kepler: *Gesammelte Werke*, Bände I–XXII. München, 1938–2017. Hivatkozásainkban a római szám a kötetre, az arab az oldalszámra utal.

⁴ Max Caspar, a lelkes és nagy tudású Kepler-kutató a szerző szerénységének tudja be a címválasztást, és

a heliocentrikus elmélet indította útjára Keplert tudományos felfedezéseiben, ám már az első művétől kezdve lépten-nyomon módosította és meghaladta a porosz mester elképzeléseit.⁵ A mű mindvégig olyan témákat helyez előtérbe, mintegy az addigi előzmények konklúziójaként, amelyek kifejezetten Kepleréi: ilyen például a tökéletes testek szerepe a szférák rendszerében (IV/1/3),⁶ a pályaméreték harmonikus törvénye (IV/2/4), a keringési sebesség és a naptávolság fordított arányossága (V/1/1), a pálya elliptikus alakja (V/1/3) vagy a kozmikus harmóniaelmélet (IV/5/9). Ez a mű ilyenformán a kepleri témák legátfogóbb szintézise, egyedi módon ötvözve a csillagászatot a fizikával és a metafizikával.

Annyiban is eltér a klasszikus értelemben vett csillagászati értekezéstől – például Ptolemaios vagy Copernicus nagy műveitől, valamint az *Új, oknyomozó csillagászat*tól –, hogy a szerző itt nem észlelési adatokból vezeti le a geometriai pályaparamétereket, sőt észlelési adatok gyakorlatilag semmilyen lényeges szerepet nem játszanak az érvelésében. Ezt a harcát már megvívta az *Új, oknyomozó csillagászat*ban, legalábbis a Mars esetében – noha arról, hogy a többi bolygó pályaparamétereit (melyeket elszórtan közöl a VI. könyvben,⁷ majd felhasznál az 1627-ben kiadott *Rudolfi táblázatok*ban) mikor és hogyan határozta meg, nincsenek pontos ismereteink. A szokásos módszer, tehát a megfigyelésekre alapozott geometriai bizonyítás helyett itt a numerikus elemeket fizikailag vezeti le. Például a IV. könyvben először kvalitatív fizikai és természetfilozófiai érvelésekkel indokolja (egyebek mellett) az ellipszispályákat, valamint a naptávolság és a keringési sebesség közötti összefüggést – főként a IV. könyv 3. részének 1–3. fejezeteiben, melyek összefoglalása az itt fordított, az V. könyv elejéről származó passzus –, majd az V. könyvben ezeket matematikai érvelésekkel és bizonyításokkal is alátámasztja. Ám a deduktív kifejtés megtevesztő, hiszen korábban ezekre az összefüggésekre a megfigyelések geometriai elemzése nyomán bukkant rá, így ebben a művében a már ismert tényekhez keres utólagos fizikai magyarázatot – mérsékelt sikerrel.

Azért mérsékelt ez a siker, mert egyszerűen szólva Kepler fizikája a mai szemmel nézve rossz. Miután ragaszkodik ahhoz, hogy a magára hagyott testek mozdulatlan-ságra törekszenek (ezt nevezi ő – többek között – tehetetlenségnek, azaz *inertiának*),⁸

.....
tanulásként hozzászói: „Mennyire élesen szembenáll ez a viselkedés a tudomány világának egyébként szokásos gyakorlatával! Itt is nyilvánvaló, hogy a nagy embert nem a saját hírneve érdekli, hanem a téma” (Caspar: *Kepler*, 298 – az angol kiadásban). Az talán kétségtelen, hogy „A kepleri csillagászat kivonata” cím meglehetősen kevésnek tűnne.

⁵ Az V. könyv elején, az első fejezet előtt (JKGW VII, 364–365) röviden érinti azt a kérdést, hogy „Milyen joron teszed ezt a copernicusi csillagászat részévé [...]?” és bár beismeri, hogy valójában nem az, de mivel feltételezi a Nap nyugalmát és a Föld mozgását, ennyiben mégis kopernikánus. A helyes cím talán az lenne, hogy „A heliocentrikus csillagászat kivonata.”

⁶ Értsd: IV. könyv 1. rész 3. fejezet.

⁷ Pl. JKGW VII, 415–416, 427, 431–434, 438–439.

⁸ Stephenson: *Kepler's Physical Astronomy*, 172–173 szerint Kepler „fizikája a sebesség fizikája volt, ahogy Newtoné a gyorsulás fizikája,” de „minden hibája ellenére valószínűleg volt annyira jó, amilyenre csak Kepler megcsinálhatta a tehetetlenség rendes törvényének hiányában.”

ezért külön erőhatásra van szüksége ahhoz, hogy a test körbemozogjon a Nap körül: ez lenne a Nap felületéről kivetülő, körbenforgó „képmás” (*idea*); illetve ahhoz, hogy változtassa a bolygó a középponthez képesti távolságát: ez pedig a Nap képmása és a Föld mágneses „rostjai” közti magnetikus kölcsönhatás volna, mely vonzani és taszítani is képes; nem beszélve a szélességi elmozdulásokról és egyéb, hosszabb távú változásokról a pálya irányában, melyek újabb effektusokat igényelnek. Kepler néha kétségbeesetten és kissé erőltetett módon igyekszik az ismert mozgásjelenségekhez igazítani a fizikai magyarázatokat, és helyenként talán érezhető, hogy maga is bizalmatlan a felvetéseivel szemben.

Ám mindezen visszasságok ellenére fontos hangsúlyozni két érdemet. Az egyik az érvelés színvonala: Kepler most jóval elegánsabban, módszeresebben és világosabban támasztja alá, valamint kapcsolja egymáshoz az elgondolásait, mint korábban bármikor. Első két törvényének levezetése nemcsak tömörebb és precízebb, mint az *Új, oknyomozó csillagászat*ban, hanem ráadásul szervesen össze is függ egymással, és ugyanazon fizikai mechanizmus matematikai következményeiként adódik. Szerzőnk itt már teljesen megszabadul az ókori technikáktól (pl. epiciklus) és általában a körmozgásoktól, emellett rengeteg korábbi hiányosságot bepótol (ilyen például a Nap forgásának indoklása),⁹ és számtalan újabb részlettel teszi koherensebbé a gondolatmenetet. Ha vannak is hibák a rendszer alapjaiban, a felépítés briliáns és mesteri, s ékesen illusztrálja azokat a kvalitásokat, melyeknek köszönhetően – számos felfedezésén túl – Kepler helyett kapott a tudománytörténet legrangosabb óriásai körében.

A másik fontos érdem, hogy Kepler szemlélete itt forradalmian új, és hatalmas előrelépést jelent a később kibontakozó, Newton nevével fémjelzett fizikai világkép felé. Nemcsak a fizikai érvelések relatív súlya nőtt, illetve a pontosságuk és a részletességük fejlődött sokat az *Új, oknyomozó csillagászat* megírása óta, hanem az is megváltozott, hogy itt már kevesebb ágenciát tulajdonít maguknak a mozgó égitesteknek, mint korábban: a bolygók nem „törekednek” a Nap körül, felé vagy felőle, hanem „mozgattatnak,” „vonzattatnak” vagy „taszítatnak.”¹⁰ Bár nem tűnnek el teljesen a bolygólelkek, de szerepük igencsak passzív, és a pusztán testi mechanizmusok kerülnek előtérbe, ugyanis a lélek maga csak akkor tud mozgatni, ha fizikai eszközei vannak erre. Korábbi művének „oknyomozó” karaktere itt teljesebbé válik, miáltal – ahogy az első könyv legelső oldalán kijelenti – a csillagászat „a fizika részévé” válik,¹¹ hiszen az

⁹ IV/2/3. eleje. Korábbi művében ez kivételt képezett a fizikai magyarázatok alól: „az égi mozgások teljességét pusztán testi, azaz hogy mágneses képességek irányítják, > kivéve egyedül a Nap saját terében maradó testének körforgását, melyhez, úgy tűnik, eleven képességre van szükség” (JKGW III, 35, linn. 15–17; lásd a „Bevezetés” fordítását itt: „Johannes Kepler: *Új, oknyomozó csillagászat*: „Bevezetés a jelen műbe” (ford. Vassányi Miklós) = *Vallástudományi Szemle* 19/2 (2023), 145–173, azon belül 170). Ezt az eleven képességet, a mozgató lelket továbbra is feltételezi, ám az nem közvetlenül, hanem fizikai mechanizmusok (mágneses rostok) eszközeivel idézi elő és tartja fenn magát a forgást is.

¹⁰ Kepler ennek a nézetváltásnak az okait itt foglalja össze: JKGW VII, 336.

¹¹ JKGW VII, 23, lin. 15: „Est pars Physices,” arra a kérdésre adott válasz kezdeteként, hogy „Quae est cognatio hujus Scientiae cum caeteris?”

asztronómiának „egy magasabb tudományra, például a fizikára vagy metafizikára kell alapoznia az elveit”.¹² Tehát Kepler ráérez arra – és ennyiben a cím mégis találó –, miszerint a copernicusi fordulat lényege abban áll, hogy a Nap középpontba helyezése megnyitotta az utat az égitestek rendszerének dinamikai tárgyalása, az ún. égi mechanika felé. Ezen az úton Kepler tette meg az első, noha még sokszor botladozó lépéseket.

Annak ellenére, hogy tartalmi szempontból ez a mű nem sok lényeges újdon-ságot tartogat Kepler korábbi munkáihoz képest, mindazonáltal tele van történeti szempontból nagyon izgalmas mozzanatokkal. Így például kapóra jött Kepler számára, hogy az *Új, oknyomozó csillagászat* megírása óta eltelt évtizedben jelent meg a távcső, s ezáltal lehetősége nyílt újabb felfedezésekkel gazdagítani és alátámasztani a mondandóját:¹³ ilyen a Jupiter körüli holdak keringése,¹⁴ a Vénusz fázisainak ismerete,¹⁵ valamint annak empirikus megerősítése (amit már archetípusos megfontolások alapján előrebocsátott a korábbi munkájában), hogy a Nap is forog a tengelye körül.¹⁶ A csillagok látszó eloszlásából kiinduló okoskodással eltöpreng a kozmosz végtelenségének lehetőségéről – bár elveti azt –, valamint elgondolkodik a csillagok távolságáról és méretéről.¹⁷ Emellett jelentősen bővíti az archetipikus okokra – tehát a világ tervszerű berendezettségének gondolatára – alapozott feltételezéseit: kísérletet tesz például az egyes égitestek méreteinek és sűrűségének racionális meghatározására,¹⁸ kiterjeszti a geometriai (ebben az esetben félszabályos) testek által meghatározott pályaméreték ideáját a Jupiter holdrendszerére, sőt itt a frissen felfedezett harmonikus („harmadik”) törvényét is sikerrel alkalmazza;¹⁹ magát a harmonikus törvényt pedig részletesen levezeti fizikai és harmóniatani elvekből.²⁰

¹² JKGW VII, 25, linn. 16–17: „Astronomiae tuae principia prius in altiori scientia, puta Physica vel Metaphysica, stabilius.” Ugyanakkor hangsúlyozza, hogy más szakterületekkel is össze kell kapcsolódnia, mint amilyen a földrajz, a meteorológia, az optika vagy a műszertan.

¹³ Mint ahogy már a *Beszélgetés a Csillaghírnökkel* című művében (1610) is lelkesen üdvözölte Galilei felfedezéseit, miközben mindvégig kereste a lehetőségeket a saját elképzeléseinek alátámasztására.

¹⁴ Pl. JKGW VII, 264 és 318–319.

¹⁵ Pl. JKGW VII, 309–310 és 433.

¹⁶ Itt IV/1/3. fejezet, az *Új, oknyomozó csillagászat*ban lásd a 34. fejezetet. Bár a forgás tapasztalt üteme jóval lassabb, mint amit ő jósolt, de ezt minden további nélkül elfogadja.

¹⁷ JKGW VII, 42–46, valamint 286–289. Lásd erről Alexandre Koyré: *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1975, 58–87.

¹⁸ IV/1/4. Mivel nem tudta levezetni a harmonikus törvényt pusztán az erőhatások geometriájából, feltételezte, hogy a bolygósebességek nem csupán az erő nagyságától függenek, hanem az ennek ellenálló bolygók kiterjedésétől és tömegétől is (JKGW VII, 306–307) – ennek alkalmazásához pedig szüksége volt a bolygótömegek és ezáltal a sűrűségek ismeretére (JKGW VII, 283–284).

¹⁹ JKGW VII, 318–319. A szabályos testek és a pályaméreték közti összefüggésekkel kapcsolatos korai elképzeléseiről lásd: Kutrovácz–Vassányi: „Kepler útja a poliéderez hipotézishez: Tudománytörténeti háttér a szférák problémájához” = *Természet Világa* 152/9 (2021), 386–390; valamint Kutrovácz–Vassányi: „Kepler útja a poliéderez hipotézishez: Próbálkozások és a hipotézis felbukkanása” = *Természet Világa* 152/10 (2021), 444–448.

²⁰ IV/2/4. *A világ harmóniatanában*, amelynek végére kissé kapkodva kellett beilleszteni ezt a nagyon jelentős felismerést, már nem maradt ideje erre az alapos munkára.

A legfőbb fizikai újdonság a holdmozgás komplex magyarázata (IV/3/5, majd főként VI/4), egy olyan téma, melyet a korábbi műveiben csak felszínesen érintett.²¹ Keplernek hárommal több szabálytalanságról is tudomása volt ezen mozgás kapcsán, mint a bolygómozgások esetében, és ezekről mind számot kellett adnia.²² Mesteri elemzése nemcsak azt példázza, hogyan ülteti át a bolygómozgások fizikai elméletét egy földközéppontú (és a Föld által vezérelt) mozgásra, hanem azt is, hogyan komplikálja azt tovább az újabb jelenségekre való kiterjesztés során. Ráadásul több szabálytalanság is nyilvánvalóan a Nap helyzetével korrelál, ezért olyan elméletet kellett keresnie, amelyben a Föld mellett a Nap is oksági hatással bír a Hold mozgásában: mindezért nem a Nap mozgatóerejét, hanem a fényét teszi felelőssé, amely valahogyan stimulálja a Föld mozgatóerejét. Bár az alapelvek itt is tévesek – hiszen nem a Föld forgó képmása keringeti a Holdat, valamint nem mágneses effektusok okozzák a szabálytalanságokat –, a mozgás részletes matematikai elemzése mégis pontosabb leírást tesz lehetővé, mint bármilyen korábbi elmélet.

Kepler heliocentrizmus-védelve egy olyan időszakban jelent meg, amikor a téma körüli vita igencsak kielezetté vált. 1616-ban a Szent Inkvizíció formálisan elítélte a napközéppontú hipotézist, majd az Index-Kongregáció a tiltott könyvek listájára tette Copernicus művét („amíg ki nem javítatik”) – csakúgy, mint a Paolo Antonio Foscarini O. Carm (kb. 1565–1616) által írt levelet (*Lettera... Sopra l'Opinione... del Copernico*, 1615), valamint Diego de Zúñiga OSA (1536–1598) Jób könyvéről írt kommentárját (*In Iob commentaria*, 1584). Ennek hírére hallva Kepler jelentős változtatásokat eszközölt a mű kéziratán annak érdekében, hogy az elkerülje ezt a sorsot: erről tanúskodik itt fordított hosszabb szemelvényünk, amely az *Új, oknyomozó csillagászat* bevezetőjével összhangban érvel amellett, hogy Copernicus tana nem mond ellent a Szentírásnak. Ennek ellenére erőfeszítései sikertelenek voltak, mert az első kötet a megjelenése után szintén felkerült az *Index librorum prohibitorum*-ra. Kepler tovább dolgozott azon – leveleket írt Itáliába, valamint átalakította a mű egyes részeit –, hogy a későbbi kötetek elkerüljék ezt a sorsot, ám mindhiába. Műve végül csak 1835-ben került le a listáról.²³

Mindez nem sokat apasztott a mű olvasóközönségén. Bár nemritkán felbukkan az a toposz (mint Copernicus kapcsán is), hogy értekezését a következő generációk szinte egyáltalán nem olvasták annak nehézsége okán, valójában úgy tűnik, hogy a *Kivonat* mégis az egyik legnépszerűbb csillagászati mű lett a XVII. század közepi

²¹ Ennek első és máig legrészletesebb elemzését nyújtja Stephenson: *Kepler's Physical Astronomy*, 175–201.

²² Ezek a Ptolemaios óta ismert „evekció” (melynek oka a pálya excentricitásának, valamint a perigeum helyének periodikus változása a Nap hatására); a Tycho által felfedezett „variáció” (a Hold sebességének a fázisokkal összhangban történő változása a pálya torzulása miatt, szintén a Nap hatására); és a Tycho és Kepler által vélhetőleg függetlenül felismert „évi egyenletlenség” (amelyet a holdpálya enyhe méretváltozása okoz a Föld naptávolságával összhangban).

²³ Kepler erőfeszítéseiről és a határozat művére gyakorolt hatásáról lásd Aviva Rothman: „Kepler's *Epitome of Copernican Astronomy* in context” = *Centaurus* 63/1 (2021), 171–191.

Európában.²⁴ Ebben talán döntő szerepet játszott az, hogy a Kepler által 1627-ben kiadott *Rudolfi táblázatok* (*Tabulae Rudolphinae*) sokkal pontosabb előrejelzésekkel nyújtottak, mint bármely más ún. efemerisz-táblázat, és ez indítékot nyújthatott arra, hogy komolyan érdeklődjenek az alapul szolgáló elmélet iránt. Sajnos Kepler nem érte meg ezt a sikert, és ahogy talán sejtette – vagy legalábbis remélte –, a ténylegesen méltányos, tehát az érdemeivel arányos elismerést csak a messzi jövő, a kellő történelmi távlat hozta el a számára: igen hosszú idő kellett ahhoz, hogy jelentős felismerési és szemléleti forradalma teljes mélységükben kifejtessék hatásukat a tudomány fejlődésére.

<Tartalomjegyzék>²⁵

I. könyv: *Általában a csillagászat alapelveiről, különösen a szférikus tanról*

1. rész: A Föld alakjáról, nagyságáról és megmérésének módjáról
2. rész: Az ég alakjáról
3. rész: A földet és az óceánt körülvevő légkör [*Aëris*] természetéről és magasságáról, s az egész égben kiterjedt levegőtől [*Aura*] való különbségéről
4. rész: A Föld helyéről a világban és a világhoz való arányáról
5. rész: A Föld napi mozgásáról

II. könyv: *A gömbről [Sphaera] és annak köreiről*

²⁴ Legalábbis a következő vizsgálat eredményei szerint: J. L. Russell: „Kepler’s Laws of Planetary Motion: 1609–1666” = *British Journal for the History of Science* 2 (1964), 1–24. Copernicus kapcsán lásd Owen Gingerich: *The Book Nobody Read*. New York: Walker – London: Heinemann, 2004.

²⁵ *Epitome Astronomiae Copernicanae Usitata forma Quaestionum & Responsionum conscripta, inq<ue> VII. Libros digesta, quorum Tres hi priores sunt de Doctrina Sphaerica*. Authore Joanne Keplero Imp<eratoris> Caes<arii> Matthiae, Ord<inum>q<ue> Ill<ustr>ium Archiducatus Austriae supra Onasum, Mathematico. Lentijs ad Danubium <Linz>: Excudebat Johannes Plancus. Anno 1618. A mű 4. könyvét tartalmazó második kötet 1620-ban jelent meg szintén Linzben; a harmadik kötet a mű V–VII. könyveivel pedig 1621-ben, Frankfurtban. – A második, posztumusz kiadás ugyanezen cím alatt jött ki, Francofvrti: Impensis Ioannis Godefridi Schönwetteri, Excudebat Iohan<nes> Fridericus Weissius. Anno 1635. – Az 1. könyv érdekes része még az a bevezető szakasz, ahol Kepler a csillagászat öt feladatát tárgyalja (3–9): 1. megfigyelés; 2. hipotézisalkotás; 3. a hipotézisek fizikai okainak keresése; 4. csillagászati számítások végzése; 5. csillagászati eszközök építése. A harmadik feladat kapcsán a tőle megszokott realista állásponttól érvel amellel, hogy a hipotézisalkotás nem öncélú és értelmetlen feladat, hanem a csillagász ennek során a valószínű okokat valószínűsnek tekintve az egész világ igazi alakját és elrendezését mutatja meg nekünk: „genuinam formam & dispositionem seu exornationem totius Mundi ponat ob oculos.” A „természet e könyve” ugyanis bizonyos fokig kifejezi a teremtő Isten lényegét és az ember iránti gondviselését: „hic est ipsissimus liber Natuare, in quo Deus conditor suam essentiam, suamque voluntatem erga hominem ex parte ... propalavit atque depinxit” (5).

III. könyv: *Az első, szférikusnak nevezett mozgás tanáról*

1. rész: A csillagok keléséről és nyugvásáról
2. rész: A csillagképek – avagy az ekliptika pontjai – emelkedéséről és ereszkedéséről
3. rész: Az évről és annak részeiről, s a napokról és azok növekedéseiről vagy csökkenéseiről
4. rész: Az év időszakairól és az övezetek mennyiségéről
5. rész: A csillagok megjelenéséről és elfedetéséről²⁶ [*occultatione*] az év különböző részeiben

IV. könyv: *Az elméleti tanítás első könyve a világ részeinek elhelyezkedéséről, rendjéről és mozgásáról, vagyis a világrendről* [Systemate Mundano]

1. rész: A világ fő részeiről
2. rész: A világot alkotó testek mozgásáról
3. rész: A bolygók valós mozgásáról és tényleges szabálytalanságáról s annak okairól

V. könyv: *Az elméleti tanítás második könyve, az excentrikus körökről, avagy a bolygók elméleteiről*

<1. rész>²⁷

2. rész: Az excentrikus pályából adódó csillagászati terminusokról és kalkulusról

VI. könyv: *Az elméleti tanítás harmadik könyve, a bolygók látszó mozgásairól, avagy magáról az elméleti tanításról*

1. rész: A Nap elmélete
2. rész: A három felső <bolygó>ról: a Szaturnuszról, Jupiterről, Marsról; s néhány, a két alsó <bolygó>val közös vonásuk
3. rész: A két alsó <bolygó>ról az elsődlegeselek közül: A Vénuszról és a Merkúrról
4. rész: A Holdról
5. rész: Az összes vagy a legtöbb bolygó közös tulajdonságairól

VII. könyv: *Mely a szférikus és az elméleti tanításhoz egyaránt tartozik*

²⁶ Itt nem egy másik égitest általi kitakarásról van szó, hanem arról, amikor a nappali fény elfedi a csillagot: vagyis az égitest láthatóságáról az éjszakai égbolton az év mentén.

²⁷ A Nap-bolygó távolságban bekövetkező ingadozással (*libratio*), pályaalakkal és -idővel stb. foglalkozó 1. résznek nincs külön szerzői címe a szövegben, bár egyes szerzők szerint ez így hangzana: „Az excentrikus körökről, avagy a bolygók elméleteiről.”