

# KEPLER ÚJ, OKNYOMOZÓ CSILLAGÁSZATÁNAK (1609) SZEREPEI A TUDOMÁNY TÖRTÉNETÉBEN

KUTROVÁTZ GÁBOR

Az *Astronomia nova αιτιολογητός* Kepler talán legfontosabb műve.<sup>1</sup> Ebben a szerző kimondja a később róla elnevezett, a bolygómozgásokra vonatkozó első két törvényt.<sup>2</sup> E törvények, melyek majd Newton munkássága nyomán nyerik el a ma őket illető figyelmet és elismerést, utat nyitottak az égi mozgások minden addiginál pontosabb és fizikai elvekre visszavezetett leírásához.

Az 1609-ben megjelenő mű nagyjából egy évtizednyi megfeszített munka eredménye.<sup>3</sup> Kepler 1600-ban érkezett Prágába, hogy a császári csillagász, Tycho Brahe segédjeként közreműködjön annak eldöntésében, hogy a Tycho és munkatársai által évtizedek során felhalmozott, minden addiginál átfogóbb és precízebb észlelési adatbázis alapján melyik csillagászati modell írja le a legpontosabban az égitestek mozgását. Míg Tycho azt remélte, hogy az adatok a saját elméletét, az ún. geo-heliocentrikus modellt támasztják alá (amelyben a bolygók a Nap körül mozogtak a Copernicus által leírt módon, ám a Nap maga is mozgott a csillagos égbolt centrumában mozdulatlanul elhelyezkedő Föld körül), addig Kepler meg volt győződve Copernicus heliocentrikus kozmoszának igazságáról.

A mű motivációját az a feladat képezte, melyet Tycho bízott Keplerre: határozza meg a Mars pályáját az észlelési adatok alapján.<sup>4</sup> A választás azért kézenfekvő, mert

<sup>1</sup> A jelen bevezetés első néhány bekezdése nagyjából azonos a korábbi könyvünk Keplerrel foglalkozó fejezetében megjelent tanulmány elejével, lásd: Vassányi – Kutrovátz: A világ bizonyos szimmetriája, 145–148.

<sup>2</sup> A Kepler-törvények felfedezésével kapcsolatban lásd Wilson: Kepler's Derivation; Aiton: Kepler's Second Law; Aiton: Kepler's Path; Whiteside: Keplerian Planetary Eggs; Donahue: Kepler's First Thoughts; Kozhamthadam: The Discovery; Gingerich: The Origins of Kepler's Third Law; az utóéletről pl. Russell: Kepler's Laws on Planetary Motion; Wilson: From Kepler's Laws; Baigrie: Kepler's Laws.

<sup>3</sup> Habár a kézirat zömével már 1605-re elkészült, ám a kiadási nehézségek miatt alkalma volt még azt továbbcsiszolni.

<sup>4</sup> Tycho eleinte csak a Mars adatait bocsátotta Kepler rendelkezésére. Bár mestere 1601-ben bekövetkezett halála után, és az örököseivel folytatott jogi huzavonát követően Kepler végül a teljes adatbázishoz hozzájutott, ez a mű csak a Marssal folytatott „harcának” eredményeit tartalmazza.

a bolygók közül a Mars pályája a legszabálytalanabb az egyenletes körmozgáshoz képest,<sup>5</sup> így várható volt – s mint kiderült, joggal –, hogy rajta keresztül fejthető fel a mozgások valódi geometriája. Kepler ezt a nehéz feladatot páratlan szorgalommal és lenyűgöző szakértelemmel végzi el: Magabiztos matematikai kompetenciája, zsenialitásáról tanúskodó elemzési fortélyai, valamint állhatatos és lankadatlan erőfeszítései egyaránt kivívták az utókor csodálatát.

Ugyanakkor ha mai szemmel tekintünk rá, akkor ez a mű nemcsak szokatlan, hanem igen nehéz olvasmány is, mivel szerkezete és stílusa merőben eltér a modern tudományos prózáétól – amelynek jellegzetes stílusjegyei csak jóval később alakultak ki. Kepler nem az eredmények analitikus bemutatása és alátámasztása köré szervezi a felépítést, hanem az általa (állítólag) bejárt tekervényes kutatási labirintuson kalauzolja végig az olvasót. Ez a felépítés retorikai célt is szolgál, egy olyan potenciális közönséget megszólítva, amely technikai felkészültségét tekintve képes ugyan megbirkózni a mű részleteivel, ám előfeltevéseiben és elvárásaiban gyökeresen szembenáll azzal, amit Kepler képvisel.<sup>6</sup> Ahelyett tehát, hogy rögvest a mondandója lényegére térve szembesítené az olvasókat olyan állításokkal, melyek azonnal elrémíszthetnék azok jelentős hányadát, szerzőnk csak fokozatosan, ravaszul kidolgozott zsakutcákon keresztül botorkálva, az alagút végén felragyogó fényként kínálja fel szokatlan elgondolásait. E felépítésre jellemzőek a nehezen áttekinthető kitérések, a gondosan felépített álláspontok későbbi visszavonása vagy elvetése, a körbenjárás és az ismétlések, vagy a szórszálhasogatásnak tűnő elmerülés egyes részletekben. Mindezt a szerző érzelmi megnyilvánulásai kísérik, a bizonytalanságtól a bosszúságon vagy örömről át az elkeseredésig vagy megkönnyebbülésig – és mindeközben lépten-nyomon háborús metaforákat használ küzdelme nehézségeinek érzékeltetésére. Ennek a briliáns szellemi útvesztőnek a modern olvasó a kárvallottja, hiszen érdeklődése és háttere gyökeresen eltér az eredeti célközönségétől, s nem is hagyatkozhat a tudományos szövegek azon átlátszóságára, azonnali áttekinthetőségére, amelyet megszokott és elvár.

Ráadásul a műben mindvégig különböző megközelítések keverednek egymással: egyfelől jelen van a hagyományos geometriai csillagászat a maga ősi technikáival, másfelől előtérbe kerülnek az ehhez kapcsolódó, ám újabb keletű kozmológiai kérdések (Copernicus, majd Tycho modelljei kapcsán), összekötve mindezt a precíz észlelőcsillagászat kialakulóban lévő számítási technikáival, és végül átszöve az egészret sajátos fizikai és metafizikai gondolatmenetekkel. Eme – korábban gyakran összeférhetetlennek tartott – különböző tárgyalásmódok relatív hangsúlya változik

<sup>5</sup> Pontosabban a Merkúr még szabálytalanabb, ám ez a bolygó mindig olyan közel tartózkodik a Naphoz, hogy nehezen és ritkán észlelhető, így a róla szerzett szórványos és bizonytalan adatok aligha lettek volna elegendők a kitűzött probléma megoldásához.

<sup>6</sup> A mű retorikáját vizsgálja a célközönség kontextusában Voelkel: *The Composition*, 211–253.

a mű mentén, és az olvasó akár egy fejezeten belül is kapkodhatja a fejét a matematikai és fizikai kifejtések dinamikája láttán.

Persze a mű már a korabeli olvasóknak sem volt könnyű olvasmány, és ezzel Kepler is tökéletesen tisztában volt. Annak érdekében, hogy megkönnyítse a gondolatmenet megértését, számos segítséget próbált nyújtani. Egyfelől megírta az itt fordított, szokatlanul hosszú bevezetést, amelyben összefoglalja a legfőbb pontokat. Másrészt írt egy magyarázó tartalomjegyzéket, ahol az egyes fejezetek gondolatait kivonatolja, némelyikét csak egy-két mondatban, másokét azonban több bekezdésben. Harmadrészt közölt egy ún. szinoptikus táblát is, amely egyfajta folyamatábraként jeleníti meg, hogyan kapcsolódnak össze és épülnek egymásra a fejezetek. Mindezt – a korban szokatlan módon – egy név- és tárgymutató is kíséri, ugyancsak a fejezetekre osztott főszöveg előtt elhelyezve. Ugyanakkor az óvatosan rávezető kifejtési mód itt is jellemző: a bevezetőben például azt láthatjuk, hogy a ma legfontosabbnak vélt nívum, az ellipszispályák törvénye csak a szöveg legvégén, röviden kerül elő, míg az általunk másodiknak nevezett – ám a mű kifejtésében és a felfedezés sorrendjében is korábbi – törvény, a keringési sebesség és a naptávolság fordított arányossága is csupán egy felületes említés erejéig bukkan fel.

Maga a bevezető fejezet több főbb témát is tárgyal. A saját bevallása szerint legfőbb téma, a mű gondolatmenetének tartalmi összefoglalása a szöveg elején és végén található. Ebből megtudjuk, melyek voltak Kepler szerint a helyes megoldáshoz vezető legfontosabb lépések. Talán elmondható, hogy még ez a kivonatolt forma sincs igazán a modern olvasó segítségére – sőt, a bővebb kifejtés hiánya miatt csak megnehezíti a dolgát, hiszen szemben a kortárs tudósokkal, a mi számunkra sem a felhasznált technikai terminusok, sem az alkalmazott matematikai módszerek, sem pedig a megoldandó problémák nem ismerősek.<sup>7</sup> Mindezeket a nehézségeket a fordításhoz fűzött lábjegyzetekkel próbáljuk némileg feloldani, habár nem vál-lalkozhatunk arra a hatalmas feladatra, hogy minden részletet világossá tegyünk: ehhez talán a fordított szöveg terjedelmét messze meghaladó magyarázatra volna szükség. Mindazonáltal a legfontosabb belátásokat, felismeréseket igyekszünk világossá tenni.

Ezen túl a szöveg vége felé olvasható Kepler kísérlete annak kimutatására, hogy miként egyeztethető össze a copernicusi hipotézis az annak látszólag ellentmondó bibliai szöveghelyekkel és vallási tételekkel. Ismerve az egyházak döntően negatív reakcióit a heliocentrikus elméletre,<sup>8</sup> valamint Galilei 1615-től kezdődő, majd az

<sup>7</sup> Arról nem is beszélve, hogy a bevezetőben Kepler csak meglehetősen kevés részletet ismertet a mű nyakatekert gondolatmenetéből, főleg a kiinduló belátásokat. Az érvelés teljes menetéhez viszonylag jól követhető összefoglalást kínál Gingerich: „Johannes Kepler” = Taton – Wilson (eds.): *Planetary Astronomy*, 58–69.

<sup>8</sup> Ezt részletesen tárgyaljuk itt: Vassányi – Kutrovácz: *A világ bizonyos szimmetriája*, 39–78.

1632–33-as perében tetőfokára hágó küzdelmét a Római Szentszékkal,<sup>9</sup> Kepler nem tévedett abban, hogy a téma tárgyalása égetően időszerűnek mutatkozott. Feltételezhető, hogy már maga Copernicus is szerette volna bővebben kifejteni a kérdéskört, ebben azonban megakadályozta halála. Tanítványa, Rheticus pedig az erre vonatkozó tanulmányát sohasem véglegesítette és publikálta, így az csak a XVII. század közepén, anonim formában jelent meg.<sup>10</sup> Maga Kepler is már jóval korábban megírta ezt a szakaszt, és *A kozmográfiai értekezések előfutárában* szerette volna leközelíteni, ám a könyv kiadását felügyelő Tübingeni Egyetem szenátusa ezt nem engedélyezte.<sup>11</sup> A téma időszerűségének és fontosságának ismeretében nem meglepő, hogy Kepler *Új, oknyomozó csillagászatának* leggyakrabban olvasott, újra kiadott és lefordított szegmensét éppen ez a néhány oldal képezi.<sup>12</sup>

Tudományos szempontból a bevezetés legérdekesebb része kétségkívül az a néhány, a közepén olvasható oldal, amelyeken Kepler újraértelmezi a nehézkedés (*gravitate*) fogalmát. Itt egyfelől tételesen jellemzi ezt a vonzóerőként felfogott hatást, másfelől ennek segítségével magyarázza a földi tengereken megfigyelhető árapály számos jelenségét. Bár ezzel a témával a mű későbbi fejezetben nem foglalkozik,<sup>13</sup> és – Newtonnal szemben – nem is köti össze azzal az erőhatással, amelyet a bolygók mozgatásáért tesz felelőssé, azonban itt kifejtett gondolatai számos szempontból forradalminak tekinthetők.

Kepler azért kényszerül itt ezt a kérdést tárgyalni, mert a korábbi filozófiai hagyományban gyakorta alapoztak érveket a nehézkedés jelenségére a Föld mozgásának lehetőségével szemben.<sup>14</sup> Az arisztotelianus tradíció szerint ugyanis a testek azért zuhannak lefelé, mert nehéz anyagból állnak (főként földből, valamint vízből, tehát szilárd és folyékony anyagformából), és az ilyen anyag a természete szerint a kozmosz centruma felé törekszik.<sup>15</sup> Ez az oka tehát annak is, hogy a gömb alakú Föld található a világegyetem közepén, hiszen ha ki is mozdítanánk onnan, az őt

<sup>9</sup> Magyarul lásd erről pl. Vekardi: Így él Galilei.

<sup>10</sup> Ahogy a Copernicus csillagászati fogadtatását tárgyaló fejezetben megjegyeztük, feltehetőleg ez az „Epistola de terræ motu” c. értekezésről van szó, melynek tartalmazó gyűjteményes kötete: *Davidis Gorlæi Ultrajectini...* (1651). Angol fordítása: Hooykaas: G.J. Rheticus’.

<sup>11</sup> Gingerich: Johannes Kepler, 69.

<sup>12</sup> Donahue: Johannes Kepler, 59, 16. jegyzet.

<sup>13</sup> Viszont több későbbi művében is visszatér hozzá és némileg továbbfejleszti, elsősorban *A copernicus csillagászat kivonata* I. könyvének 4. részében (Johannes Keplers Gesammelte Werke [a továbbiakban JKGW] VII, 75–79). Vesd össze még az *Álomlátás* című, posztumusz művének 57., 66. és 202. szerzői jegyzetével (JKGW XII.1, 339, 341, 361).

<sup>14</sup> A szokásos érvekről – mind a késő-középkorban, mind Copernicus fellépését követően – lásd Grant: *Planets, Stars, and Orbs*, 637–673.

<sup>15</sup> A nehézkedés természetéről lásd pl. Aristotelés *Az égbolt* (*Περὶ οὐρανοῦ, De caelo*) című művének IV. könyvét.

alkotó anyag természetének megfelelően visszatérne oda.<sup>16</sup> Nyilvánvaló, hogy mind Copernicusknak, mind az őt követő Keplernek el kellett vetnie ezt a koncepciót, hiszen ha a Föld nem található az univerzum centrumában, akkor a felszíne felé (és arra mindig merőlegesen) szabadon zuhanó nehéz testek sem törekedhetnek oda. Ehhez egy Platónról származó elvre támaszkodtak: a *Timaios* című dialógus végén (81 A) egy olyan leírását találhatjuk a kozmosz rendjének, melynek alapelve, hogy „minden rokonnemű egymás felé törekszik.”<sup>17</sup> Ezzel összhangban Copernicus ezt írja a *De revolutionibus* I/9. fejezetében: a nehézkedés „egyfajta természetes vágy, melyet a minden dolgok Teremtője ültetett a részeikbe, hogy egységben és egészként egy gömb alakjába álljanak össze.”<sup>18</sup> Kepler meghatározása, melyet a bevezetőjében olvashatunk, nagyon hasonlít erre, ám több szempontból is pontosítja vagy továbbfejleszti azt.<sup>19</sup>

Egyrészt Kepler ragaszkodik ahhoz, hogy ez a hatás egyfajta vonzerő. Nemcsak azt tudjuk meg azonban, hogy ez az erő egymás felé mozgatja a „magukra hagyott” testeket, hanem azt is, hogy azok (egyéb hatás híján) a közös tömegközéppontjukban találkoznának. Itt tehát egy mennyiségi terminusokban megfogalmazott összefüggés is megjelenik (hasonlóan a természettörvények későbbi formájához), amely annak ellenére helyes meglátás, hogy Kepler számára nem volt világos sem a hatás és ellenhatás elve,<sup>20</sup> se nem rendelkezett világos, mérhetően definiált tömegfogalommal.<sup>21</sup>

Másrészt ez az erő – a platóni nézetet követve – „hasonló testek” között működik. Bár Kepler nem fejti ki a testek fajtáira vonatkozó elméletét (ha egyáltalán elgondolt ilyet), és így csak a vonatkozó szöveghelyekből próbálhatjuk meg homályosan rekonstruálni, mit is érthetett ezalatt, annyi mindenesetre bizonyos, hogy ez az erő nem egy egyetemes hatás, mint Newton esetén, hanem csak bizonyos feltételek mellett működik. Továbbá minden esetben említi az erő „hatókörét”, ami alapján feltételezhető, hogy nem végtelen hatótávolságúnak gondolta – noha amint

<sup>16</sup> Pl. *De caelo* IV/3, 310 b 2–4. Részletesebb elemzésért lásd még Matthen: Why Does the Earth.

<sup>17</sup> Platón összes művei, III. kötet, 394 (ford. Kövendi Dénes).

<sup>18</sup> „Equidem existimo, gravitatem non aliud esse, quàm appetentiam quandam naturalem partibus inditam à divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant in formam globi coeuntes.” (*De revolutionibus*, 7 recto)

<sup>19</sup> Kepler gravitációfogalmának előzményeihez és magyarázatához lásd Hecht: Kepler and the Origins. A fizikájának keretei közötti rekonstrukció tekintetében hasznos tanulmány Pisano – Bussotti: On the Conceptualization, 304–311.

<sup>20</sup> Ami látszik például a szöveg azon megjegyzéséből, hogy a Föld Holdra kifejtett hatását nagyobb hatótávolságúnak gondolja, mint a Hold Földre kifejtett hatását – annak ellenére, hogy a nehézkedés erejét kölcsönös vonzásként határozza meg.

<sup>21</sup> Ugyanakkor Kepler gondolatai fontos előzménynek tekinthetők a modern tömegfogalomhoz, ugyanis ő azt gondolta, szemben a korábbi szerzőkkel, hogy a tömeg (*moles*) az anyag mennyiségének mértéke, és arányos a test által kibocsátott erő (pl. nehézségi vonzás) nagyságával. Lásd erről Hecht: Kepler and the Origins.

a szövegből látható, a Hold erejének hatóköre legalább a Földig terjed, a Földé pedig a Holdnál is tovább, olyannyira, hogy semmilyen, földi anyagból készült tárgy nem hagyhatja el azt.

E két égitest közötti kölcsönhatás azért is fontos, mert Kepler szerint az árapály oka a Hold vonzó hatása a földi tengerekre. Bár a legtöbb természetfilozófus az árapály jelenségét a Hold valamilyen hatásának tulajdonította (már az ókortól fogva), ám Kepler fontos újítása itt az, hogy – csakúgy, mint később Newton – ezt a hatást azonosította a Hold nehézségi (gravitáló) vonzásával, vagyis ugyanazzal az erővel, amely a Föld esetén a tárgyak zuhanásáért felelős. Érdemes megjegyezni, hogy bár ez az elgondolás számunkra már mintegy magától értetődő, ám a Kepler és Newton munkássága közti időkben a legtöbb szerző vonakodott elfogadni. Descartes ugyan szintén a Holdat tette felelőssé az árapályért, de elképzelése szerint a Hold keringését (és a Föld forgását) hordozó örvényen jelennek meg olyan nyomásviszonyok (a Holdnak az örvényhez képesti lemaradása miatt), amelyek a tengerek szintváltozásait okozzák.<sup>22</sup> Galilei pedig azt gondolta, hogy a Föld Nap körüli keringésének sebessége változik amiatt, hogy a Hold megkerüli őt, és ez a sebességváltozás idézi elő a vizeinek havi periódusú „lötyögését.”<sup>23</sup> Idekívánczik Galilei *Párbeszédeinek* (azokból is a negyediknek) hírhedt passzusa, amelyben az – amúgy szintén kopernikánus – szerző korholja Keplert amiatt, hogy az árapályt a Hold távolhatásával magyarázza: „De mindazok közt a jelentős tudósok között, akik ezeknek a csodálatos természeti jelenségeknek szentelték figyelmüket, jobban csodálkozom Kepleren, mint bárki máson. Hogyan is tudott egy olyan szabad gondolkodású és átható éleslátással megáldott ember, mikor a Föld mozgásáról szóló tan már a kezében volt, eltérni és méltányolni olyan dolgokat, mint a Hold uralma a víz felett, s a rejtett tulajdonságok, melyek nem egyebek gyermekségeknel?”<sup>24</sup>

Galilei kritikájának hátterében az a feltételezés áll – és ebben osztozott Descartes-tal és számos követőjével –, hogy erőhatás csakis közvetlen érintkezés útján, mechanikusan adható át két test között. Bár a newtoni gravitáció fogalmára ma szokás úgy gondolni, mint ami ezt az elképzelést megdöntötte azáltal, hogy megengedte a távolhatás létét, azonban maga Newton is küszködött azzal, hogy elfogadjon egy olyan kölcsönhatást, amelynek terjedéséért nem tudunk felelőssé

<sup>22</sup> Vö. *Le Monde* 12. fejezet, valamint *Principia* IV/49–56. Összefoglalást nyújt Aiton: Descartes's Theory.

<sup>23</sup> A *Párbeszéd* című művének negyedik részében fejti ki ezt az elképzelést, amelynek részletei ugyan nem egyeznek a megfigyelésekkel, mégis ezt tekintette a Föld mozgása legfőbb bizonyítékának. Előzményekért és rövid összefoglalásért lásd Aiton: Galileo's Theory.

<sup>24</sup> Az idézet a magyar kiadásból származik: Galilei: *Párbeszéd*ek, 160–161. Ford. M. Zemplén Jolán. Eredeti: *Dialogo di Galileo Galilei*, 456.

tenni semmilyen közbülső, testi mechanizmust.<sup>25</sup> Kepler azonban többféle olyan hatást is erőnek nevezett, amelyik távolról, nem mechanikus módon működik: ilyen volt az itt vizsgált nehézkedés, vagy ilyen volt a bolygók mozgatásáért felelőssé tett, Napból kiáradó effektus (nemcsak az *Új, oknyomozó csillagászatban*, hanem már a *Kozmográfiai értekezések előfutárában* is), de ugyancsak ilyen volt – az előző kettővel szorosan összefüggő – magnetizmus, sőt, bizonyos esetekben ilyen volt a fény<sup>26</sup> és az asztrológiai befolyás<sup>27</sup> is.

Kepler sehol sem definiálja, mit ért erő (*vis*, néhol *virtus*) alatt,<sup>28</sup> de a kontextusokból megkockáztatható az a meghatározás, hogy olyan hatásról van szó, amely egy testet változásra készítet. A számára érdekes erőket nevezhetjük külső erőnek, amikor is a hatás egy másik testből ered – szemben például a lélek mozgató képességével, az animális erővel, amely az őt hordozó testet képes mozgásra bírni. Emellett, összhangban Newton későbbi fizikájával, az okozott változás a legtöbb esetben mozgás, vagyis mozgató erőről van szó – azonban nem mindig, hiszen általában az asztrológiai hatások sem merülnek ki a mozgásban, mint ahogy a fény is képes felhevíteni és kifakítani a megvilágított tárgyakat.<sup>29</sup> A legfontosabb erőhatások szerinte korporeálisak, de immateriálisak: egyfelől a testi (fizikai) világban hatnak és geometriai dimenziókkal bírnak (pl. terjedési irány, a forrástesttől távolodva csökkenő intenzitás), másfelől azonban nincs testük, tehát anyaguk, súlyuk vagy ellenállásuk. A több helyütt kifejtett elképzelés szerint<sup>30</sup> ezen hatások egyfajta formaként (*species*) leválnak a forrástest felületéről, ahonnan végtelen sebességgel áradnak a térbe, amelyben azonban semelyik pillanatban sincsenek jelen – tehát valójában nem „terjednek,” hanem instant módon „kivetülnek.”

<sup>25</sup> Lásd például a *Principia* harmadik kiadásához fűzött *Általános magyarázatot*, melynek magyar fordítása itt olvasható: Vassányi – Kutrovácz: A világ bizonyos szimmetriája, 273–282, a híres passzus ezen belül a 280–282. oldalon található. Newton távolhatásfogalmának (vagy a fogalom hiányának) értelmezéseiről összefoglalást nyújt Ducheyne: Newton on Action. A fogalom általánosabb történetének részletes tárgyalása Hesse: Forces and Fields.

<sup>26</sup> Pl. JKGW II, 201, 17–18: „Centrum igitur est, vnde origo est luci: superficies est, quae ex centro vim hanc suscipit,” valamint a környező sorokban. A fény természetéről alkotott kepleri felfogásról lásd Lindberg: Kepler and the Incorporability of Light.

<sup>27</sup> *Az asztrológia biztosabb alapjairól (De fundamentis astrologiae certioribus)* című művében, pl. JKGW IV, 16, 6–7: „Jam quia de stellarum viribus disputamus.” Kepler asztrológiai nézeteiről lásd e mű angol fordításához készült bevezetőt: Field: A Lutheran Astrologer, 190–225.

<sup>28</sup> A témával kapcsolatban három kiemelkedő munka: Koyré: *The Astronomical Revolution*; Stephenson: *Kepler’s Physical Astronomy*; valamint Voelkel: *The Composition*. Hasznos összefoglalást nyújt továbbá Pisano – Bussotti: *On the Conceptualization of Force*. Ez utóbbi tanulmány értékes referencia további források tekintetében, lásd különösen 2. lábjegyzetüket a 297. oldalon.

<sup>29</sup> *Ad Vitellionem*, I. könyv, 1. fejezet, 32–38. tétel.

<sup>30</sup> Lásd például az *Új, oknyomozó csillagászat* 33. és 34. fejezeteit, valamint az *Ad Vitellionem* egyik passzusát (I. könyv, 1. fejezet eleje) és az azt követő számozott tételeket.

A neoplatonikus emanáció (vagy kiáradás) ezen elméletén alapuló koncepció persze igencsak idegen a mai olvasó számára, aki a modern fizikai világkép gyökereit keresné Kepler írásaiban, ám mégsem vitathatjuk el ennek jelentőségét. Kepler egy olyan erőfogalmat dolgozott ki, amelyik fizikailag értelmezett hatásmechanizmusokkal kívánja megindokolni a természet számos jelenségét, köztük a testek zuhanását, az árapályt, a bolygók Nap körüli keringését és a pályák körtől való eltérését, a fény különböző hatásait, sőt az – általa valósnak tekintett – asztrológiai hatásokat is. Nem becsülhetjük alá azt a törekvését, melyet az itt fordított bevezetőben is hangsúlyoz, hogy amennyiben csak képes rá, úgy tisztán testi (értsd: fizikai) okokkal magyarázza ezeket a jelenségeket.

Természetesen érdemes hozzátenni, hogy ez a törekvése nem jellemzi a teljes munkásságát. Ahogy az asztrológiában is felhagyott a fizikai magyarázat keresésével,<sup>31</sup> úgy a bolygómozgások terén is teret engedett a bolygólelkek aktív hatásainak, főként *A világ harmóniatanában*.<sup>32</sup> Műveiben gyakran feszül egymásnak egy fizikalista és egy organista (vagy vitalista) koncepció: az előbbi megfosztja a magyarázatokat a szellemi (mentális) ágensektől és „vak törvényszerűségeket” keres az anyagi világban, míg az utóbbi magasabb értelmet és szándékokat tulajdonít a természeti jelenségeknek.

E felfogások küzdelme egy igen sokszínű munkásságot eredményez, amelynek szellemi gazdagságát gyakran szokás zavarosnak bélyegezni. Ahogy George Sarton, a tudományfilozófia szakmájának egyik megalapító úttörője írta, Kepler „kétségtelenül nagy csillagász volt, de sikerült több sületlenséget [nonsense] összeírnia, mint bármelyik másik tudósnak.”<sup>33</sup> Mi azonban úgy gondoljuk, hogy ez a szellemi sokrétűség alapvetően hozzájárult azon utak és szemléletmódok fáradságos kitapogatásához és kidolgozásához, amelyek a modern tudomány – számunkra olyan magától értetődőnek tekintett, ám valójában hosszas erőfeszítések révén kialakuló – eszköztárát képezik. Inkább értünk egyet a dinamika tudományának történetét feldolgozó Julian Barbourral, aki szerint „ha valakit érdekel az erő fogalmának megjelenése a fizikában, akkor az *Új, oknyomozó csillagászat* a legfontosabb szöveg, amelyet tanulmányoznia érdemes.”<sup>34</sup> Ehhez pedig nélkülözhetetlen támpontot nyújt az itt fordított bevezető. – Jelen bevezető bibliográfiáját a fordítás után találja az olvasó.

<sup>31</sup> Lásd *Az asztrológia biztosabb alapjairól* XXXVI. paragrafusánál a hirtelen váltást.

<sup>32</sup> Ez utóbbi kontextusban értelmezi Kepler munkásságát Field: *Kepler's Geometrical Cosmology*; valamint Boner: *Kepler's Cosmological Synthesis*. Az utóbbi munka a két megközelítés kölcsönhatását is tárgyalja.

<sup>33</sup> A levél címzettje a Bécsi Kör tagjaként ismert Philipp Frank, keltezése 1947. április 14. A levelezés a Houghton Library (Harvard College Library) birtokában található: [hollisarchives.lib.harvard.edu/repositories/24/resources/2868](http://hollisarchives.lib.harvard.edu/repositories/24/resources/2868), a levél annak 36. dobozában. Hálával tartozunk Tuboly Ádámnak, amiért a figyelmünkbe ajánlotta és a rendelkezésünkre bocsátotta a dokumentumot.

<sup>34</sup> Barbour: *The Discovery of Dynamics*, 247.