

TUDOMÁNY ÉS GAZDASÁG A XVII. SZÁZAD
ANGLIÁJÁBAN

NEHEZEN vitatható tény, hogy a társadalmi-gazdasági és a tudományos fejlődés kölcsönhatásban áll egymással. A társadalmi-gazdasági tényezők tudományra gyakorolt hatásának általános és tisztázatlan tartalmú terminusokban való pusztá megállapításával azonban még csak kijelöljük a vizsgálandó problémát. A tudományszociológus éppen arra kíváncsi, hogy milyen *típusú* (a fejlődést elősegítő vagy gátló) befolyások hatnak, *milyen mértékben* hatékonyak ezek a különböző társadalmi struktúrákban, és milyen mechanizmusokon és folyamatokon keresztül hatnak. Ezekre a kérdésekre azonban még hozzávetőleges érvényű válasz sem adható a felhasználandó fogalmi eszközök tisztázása nélkül. Sajnálatosan gyakran fordul elő ugyanis, hogy a történelem mitikus-költői vagy heroikus értelmezését elutasító szociológus a vulgármaterializmus szintjére süllyedve a társadalmi és a tudományos fejlődés közti lapos párhuzamok vonásáig jut csak el. Az ilyen félrecélzott erőfeszítések előbb-utóbb egytől egyig súlyos torzításokhoz és tarthatatlan állításokhoz vezetnek.

A PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Először is három elterjedt, mindazonáltal balszerencsés szemléleti alapállásra hívnánk fel a figyelmet. Az első – és a leginkább megtévesztő – szemléleti hiba a tudósok személyes motivációinak összetévesztése vizsgálódásaik strukturális meghatározóival. A második az a hiedelem, hogy a tudományos tevékenység a maga teljes komplexitásában egyértelműen levezethető a társadalmi-gazdasági tényezőkből, míg a harmadik az olyan „társadalmi szükségletekből” való kiindulás, amelyek az adott környezetben – legalábbis a hatékonyság érzékelhető szintjén – nem léteznek.

Clarknak Hessen tanulmányára reflektáló kritikája¹ jól illusztrálja azt a zűrzavart, amelyet a tudósok személyes motivációja és a tevékenységük strukturális meghatározói közötti viszony nem elég határozott fogalmi tisztázása kelt. Clark hajlamos arra, hogy a társadalmi-gazdasági tényezők tudományban játszott szerepét a tudósok utilitárius motivációira korlátozza, és ennek megfelelően „a tudásra való önérdék nélküli törekvést, az értelem azon vágyát, hogy minden gyakorlati cél nélkül is módszeresen kifejtse erőit”, azonosítsa a társadalmi-gazdasági elemektől független tudományos tevékenységgel.”²

Az ilyen értelemben felfogott önérdék Newtonnál mutatkozó hiányát illusztrálандó, Clark egy gyakran idézett anekdotára hivatkozik, mely szerint Newtontól egy barátja, „kinek kölcsönbe adta Euklidész *Eleméit*, megkérdezte, vajon mi hasznot is adhat neki életvitelében e könyv tanulmányozása. Ez lett volna az egyetlen alkalom, amikor Newton hahotára hallották fakadni”.³ Még ha hitelesnek fogadjuk is el a történetet, akkor sem vonhatunk le belőle messzemenő következtetéseket a szóban forgó problémát illetően, legfeljebb csak akkor, ha feltételezzük, hogy az emberek múlhatatlanul tudatában vannak azoknak a társadalmi erőknek, amelyek viselkedéseiket meghatározzák, illetve hogy e viselkedések csak tudatos motivációik fényében érthetők meg adekvát módon.

A motívumok skálája a személyes kiemelkedés vágyától az abszolút érdektelen tudásvágyig terjedhet anélkül, hogy ez feltétlenül aláásná annak a kimutatható ténynek az érvényességét, hogy a XVII. századi Angliában a tudományos témák megfogalmazódása jelentős részben az akkori társadalom struktúrájából következik. Newton személyes motívumai mit sem változtatnak azon a tényen, hogy azok az asztronómiai megfigyelések, amelyekre ő maga jelentős mértékben épített,⁴ a Flamsteed által a greenwichi obszervatóriumban végzett munkának köszönhetők, mely obszervatóriumot II. Károly utasítására építették a haditengerészetnél felmerült igények kielégítésére.⁵ Ugyancsak nehezen lehetne tagadni olyan, gyakorlati beállítottságú tudósok Newton mun-

1. G. N. Clark: *Science and Social Welfare in the Age of Newton*. Oxford, 1937. – Lásd B. Hessen: *The Social and Economic Roots of Newton's „Principia”*. In *Science at the Cross Roads*. London, 1931.

2. Uo. 86. p. Végig a III. fejt.

3. Uo. 91. p. Az eredeti, ettől némileg eltérő változat forrása a *Portsmouth Collection*ban található.

4. Lásd a Newton és Flamsteed közötti levelezést. Bőséges idézetekkel ismerteti L. T. More: *Isaac Newton*. New York, 1934, XI. fejt.

5. A hajózás fejlesztésére való törekvés vezetett – legalábbis Flamsteed, az első Királyi Csillagász (Astronomer Royal) szerint – a Greenwichi Obszervatórium építéséhez. (Egyébként Colbert ugyancsak okból javasolta a Párizsi Obszervatórium felépítését.) Egy francia férfiú, Le Sieur de Saint-Pierre, látogatást tett Angliában és „jobb” módszereket ajánlott a hosszúsági fok tengeren való meghatározására. Flamsteed azonban hivatalos jelentésében beszámol róla, hogy a módszer gyakorlatilag nem alkalmazható, mert „a Hold-táblák eltérnek az égi mozgásoktól”. A jelentést megmutatták II. Károlynak, aki „megdöbbenve azon, hogy az állócsillagok helye rosszul volt bejelölve a katalóguson, indulatosan kijelentette, hogy »újra meg kell azokat figyelni, felülvizsgálni és kijavítani a hibákat, hogy a tengerészek bizton használhassák a katalógust«”. Erre fel döntöttek úgy, hogy megépítik az Obszervatóriumot és Flamsteedet királyi csillagásszá nevezik ki. Lásd Francis Baily: *An Account of the Rev'd John Flamsteed, Compiled from his own manuscripts*. Félreértések elkerülése végett Flamsteed tiszteletdíja nem haladta meg az évi 100 fontot. Kívánsága szerint láthatta el magát az összes szükséges műszerekkel – saját költségére.

kájára gyakorolt meglepően erős hatását, mint Halley, Hooke, Wren, Huygens és Boyle. Clark tézise egyébként még a motiváció viszonylatában is vitatható, ha tekintetbe vesszük, hogy a XVII. századi Anglia hány tudósa volt tételesen is tudatában munkássága gyakorlati kihatásainak. Nem elszórt és megalapozatlan állítás azt mondanunk, hogy a kor minden egyes angol tudósa, aki elég jelentős személyiség volt ahhoz, hogy neve az általános tudománytörténeti monográfiákban megemlíttessék, tudományos munkásságának valamely szakaszában tételesen is kapcsolatba hozta tevékenységét gyakorlati problémákkal.⁶ Egyszóval minden olyan elemzés, amely kizárólagosan a motívumokra – ráadásul feltételezett motívumokra – támaszkodik, rendkívül félrevezetőnek bizonyulhat, és inkább elhomályosítja, mintsem hogy megvilágítaná a társadalmi-gazdasági tényezőknél a tudomány fejlődésére gyakorolt tényleges hatásait.⁷

Fontos tehát, hogy különbséget tegyünk az egyes tudósok személyes attitűdjei és tevékenységük tényleges társadalmi szerepe között. Nyilvánvaló, hogy akadtak tudósok, akik eléggé „beleszerettek” kutatásuk tárgyába ahhoz, hogy e tárggyal önmagáért, olykor a gyakorlati vonatkozások teljes figyelmen kívül hagyásával foglalkozzanak. Nincs szükségünk annak feltételezésére sem, hogy *minden egyes* kutatás közvetlenül technikai feladatokhoz kapcsolódott. A tudomány és a társadalmi szükségletek közti kapcsolat kettős jellegű: közvetlen, amennyiben bizonyos kutatások tudva és akarva utilitárius célokra történnek, és indirekt, amennyiben bizonyos problémák és a megoldásukhoz szükséges eszközök anélkül kerülnek a tudósok figyelmének középpontjába, hogy az utóbbiak szükségképpen tudatában volnának azon gyakorlati igényeknek, amelyek ezeket előtérbe tolják.

Mindezek figyelembevételével kérdésessé válik Sombart azon általánosításának jogsága, miszerint a XVII. század technológiája majdnem teljesen elválnak a kortárs tudományoktól,⁸ s hogy a tudós és a feltaláló Leonardo idejétől egészen a XVIII. századig külön utakon járnak. Félre ne értsük: e kettő szövetsége korántsem minden társadalmi szerkezetben tűnik biztosítottnak, mindazonáltal Sombart (és mások) azon állítása, hogy a XVII. század technológiáját lényegében a tapasztalat közvetlensége hozta létre, túlzottan tűnik, ha figyelembe vesszük, hány tudós fordította elméleti ismereteit gyakorlati célokra. Wren, Hooke, Newton, Boyle, Huygens, Halley, Flamsteed – hogy csak a legkiválóbbakat említsük – tevékenységében egyaránt helyt kapnak az elmélet és a gyakorlat szempontjai. Mi több, e tudósok valamennyien meg voltak győződve róla, hogy munkájuk gyümölcsöző lesz majd a gyakorlat számára. Akár igazuk volt ebben, akár nem, ez a meggyőződés többé-kevésbé befolyásolta problémaválasztásukat. A Sombart tézisében

6. Ezen állításunk alátámasztásához bőséges dokumentáció található *Science, Technology and Society in 17th-Century England* (Bruges, 1938) című kötetemben.

7. A kérdéskör rendszerezett elemzéséhez lásd Joseph Needham: *Limiting Factors in the Advancement of Science as Observed in the History of Embriology* (*Yale Journal of Biology and Medicine*, 1935. 8, 1–18. p.).

8. Lásd Werner Sombart: *Der moderne Kapitalismus*. München, 1921, I. 466–467. p. A hasonlat különösen találó, ha Oldenburg, a Királyi Társaság hajdanvolt titkára megjegyzésére gondolunk, mely szerint a természettfilozófusok „a Természet és a Művészet frigyre lépésén munkálkodtak, hogy e frigyből az emberi élet hasznára és javára való boldog szülemények lássanak napvilágot”. Lásd *Philosophical Transactions*, 1665, 1, 109. p.

rejlő valóságcsíra így arra a tényre redukálódik, hogy e korban a tudomány művelői nem a gyáripari technológia fejlesztésével foglalkoztak – minthogy e terület fejletlensége miatt nem volt alkalmas érdeklődésük felkeltésére –, hanem kereskedelmi, bányászati és katonai problémákhoz kapcsolódó újításokkal.⁹

A fenti összefüggésekből következően Clark Hessent illető kritikája azon tétel elvetésére szűkül le, miszerint a gazdasági tényezők volnának a tudomány fejlődésének *egyedüli* meghatározói. Clark ezen véleményéhez viszont – Hessennel együtt – sietve csatlakoznék. Mint maga Hessen is jelzi (i. m. 177. p.), a kizárólagosan gazdasági determináció primitív tézise éppúgy nem jellemzi az ő (Hessen) elemzését, mint mondjuk Marx és Engels munkásságát.

A harmadik fennmaradó problémát – tudniillik a társadalmi igények felderítését – kezelhetjük leginkább specifikusan empirikus módon. Az a széles körben elterjedt elképzelés, hogy egy-egy igény sietteti a megfelelő találmányok létrejöttét és megszabja a tudományos érdeklődés irányát, gondos felülvizsgálást igényel. Sajátos szükséghelyzetek gyakran összpontosították ugyan a figyelmet bizonyos területekre, de legalább ennyire igaz az is, hogy emberi szükségletek tömegei maradtak évszázadokon át kielégítetlenül. A technikai szférán belül maradvá viszont a szükségletek felbukkanása annyira általános, annyira nem jelent semmi kivételeset, hogy meglétük ilyen általánosságban nem sokat magyaráz. Minden találmány *de facto* szükségletet elégít ki, vagy legalábbis megkísérli egy szükséglet kielégítését. Szükséges leszögezni azt is, hogy bizonyos igények esetleg – éppen a kultúra és a társadalmi struktúra jellege miatt – nem is jelennek meg a vizsgált társadalomban.¹⁰ Csak amikor a cél aktuálisan szerves részét alkotja a kérdéses kultúrának, csak amikor a társadalom egyes tagjainak mindennapi tapasztalatában mint ilyen jelentkeznek, akkor beszélhetünk valójában olyan társadalmi igényről, amely képes a tudományos és a technológiai érdeklődés bizonyos pályákra való állítására. Ne feledkezzünk meg róla, hogy bizonyos gazdasági célok nemcsak technológiai változtatásokkal, hanem a társadalomszervezet módosításával is kielégíthetők. De ha egyszer már kialakult bizonyos szükséglettípusok technológiai újításokkal való kielégítésének – a XVII. században már bevetté váló – rutinja, ha már végbe ment a technikai és a tudományos ismereteknek az a szükséges felhalmozódása, amely alapot ad az újításokra, ha (mint adott esetben) *bővülő* tőkés jellegű gazdálkodásról van szó, akkor kimondható, hogy a szükségletek szülik az újításokat, amelyek sorozata végül is a tudomány fejlődéseként tárul szemünk elé.

9. Franz Borkenau észrevette ezt a szükséges megkülönböztetést: „A XVII. századi természettudomány nem az ipari termelés szolgálatában állt, bár Bacon kora óta szerette volna.” *Der Uebergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild*. Párizs, 1934, 3. p. (Kiemelés – R. M.)

10. A szükségletek világos clemzését lásd Lancelot Hogbennek az általa szerkesztett *Political Arithmetic* (New York, 1938) című antológiához írt előszavában.

KÖZLEKEDÉS ÉS TUDOMÁNY

A XVII. század Angliájának bimbózó kapitalista vállalkozásai fokozták az érdeklődést a szállítás és a közlekedés hatékonyabb eszközei iránt. Szent Ilona-szigete, Jamaica, Észak-Amerika csupán Anglia gyarmati terjeszkedésének első állomásait jelentették. A gyarmatosítás folyamata és a vízi úton való szállítás viszonylag alacsony költsége¹¹ a kereskedelmi flotta markáns növekedéséhez vezetett. Az Angliában kitermelt szén több mint negyven százalékat vízi úton szállították tovább. A belső kereskedelem növekedése hasonlóképpen vetette fel a szárazföldi és folyami közlekedés minőségének javítását. Az utak és csatornák építésére vonatkozó javaslatok mindennaposá váltak abban a században.

A külkereskedelem világméretűvé kezdett válni. Habár a rendelkezésre álló legjobb statisztikák sem tökéletesek, mindazonáltal meggyőzően szemléltetik ezeket a fejleményeket. Az import és az export mértéke majdnem 300 százalékos növekedést mutat 1613 és 1700 között.¹² Wheesler a XVII. század legelején írt művében megállapítja, hogy az elmúlt körülbelül hatvan évben nem bukkant fel olyan hajó a Temzén, amelynek raksúlya meghaladta volna a 120 tonnát.¹³ Erzsébet királynő halálakor pusztán négy 400 tonnás kereskedelmi hajó volt Angliában.¹⁴ A Brit Nemzetközösség idejében a hajók – különösen a nagy tonnatartalmúak – száma gyorsan nőtt, nem kis mértékben a hollandokkal vívott háború hatására. Egyetlen évtizeden belül (1649–1660) kilencvennyolc hajó épült, 40 000 tonna nettó vízkiszorítással.¹⁵ Adam Anderson megállapítása szerint az angol kereskedelmi hajók tonnatartalma 1666 és 1688 között megkétszereződött,¹⁶ míg Sprat becslése szerint az ezt megelőző két évtizedben a növekedés több mint kétszeres volt.¹⁷ A királyi haditengerészet számára Samuel Pepys által 1695-ben készített hivatalos jelentés beszámol a hajózásnak az utolsó évszázadban tapasztalható figyelemre méltó kibővüléséről. 1687-ben a királyi hadiflotta negyven darab 50 tonnás vagy ennél nagyobb hajóval rendelkezett (teljes vízkiszorításuk 23 600 tonna volt), és a hadiflottában 7800 embert foglalkoztattak. 1695-ben a megfelelő adatok: több mint kétszáz hajó, 112 400 fölötti tonnatartalommal, és több mint 45 000 ember.

A hajóépítés megnövekedett tempója és a hajók egyre nagyobb mérete – mint erre Sombart felhívja a figyelmet – jelentős mértékben katonai szükségletek következmé-

11. A szárazföldi és vízi szállítás költségei közötti különbségeket Petty meghökkenítő erővel – ha talán kissé túlzó módon is – szemlélteti. „Az áruknak vízi úton történő szállítása egész Földgolyóbusunkon által alig kerül talán kétszer is annyiba, mint ugyanezen áruk szárazföldön való elszállítása Chestertől Londonig.” *Philosophical Transactions*, 1684, 14, 666. p.

12. A pontos adatokat lásd E. Lipson: *The Economic History of England*. London, 1931, 11, 189. p.

13. John Wheeler: *Treatise of Commerce*. Middleburgh, 1601, 23. p.

14. Sir William Monson: *Naval Tracts*. London, 1703, 294. p.

15. Az össztonnatartalom számadatából kimarad tizenhét hajó, amelyekről adatszerű kimutatásokkal nem rendelkezünk. Adataink forrása M. Oppenheim: *A History of the Administration of the Royal Navy and of Merchant Shipping*. London, 1896, 330–337. p.

16. Adam Anderson: *Origin of Commerce*. Dublin, 1790, III. 111. p.

17. Thomas Sprat: *The History of the Royal Society of London*. London, 1667, 404. p.

nye. Bármilyen jelentős volt is a kereskedelmi flotta növekedése, mögötte maradt a haditengerészet fejlődésének, ahogy ezt a Sombart által összeállított statisztikák meggyőzően szemléltetik.¹⁸ A katonaság igényei gyakran vezettek a hajóépítés sebességének megnövekedése mellett a hajó konstrukciójának javítására is.

„A hajóépítést három módon is befolyásolták a katonai érdekek: több és nagyobb hajóra támasztottak igényt, és mindenekelőtt rövidebb időn belül követelték meg e hajók elkészítését. A kereskedelmi hajózás érdekeit még egy további évszázadig is nyugodtan ki lehetett volna elégíteni kézműves módszerekkel. De ezek a módszerek összeegyeztethetetlené váltak a haditengerészet növekvő igényeivel, akár maguknak a hadihajóknak a konstrukcióját tekintjük, akár – ahogy a fejlődés fokozatosan áterjedt a kereskedelmi flottára is – egyáltalán bármely hajóét...”¹⁹

Bármennyire hajlamos is Sombart arra, hogy túlhangsúlyozza a katonai tényezők szerepét a hajóépítés hatékonyabb módszereinek ösztönzésében, az azért egyértelmű, hogy ez a tényező a kereskedelmi hajózásban is felmerülő igényekkel összefonódva jelentékenyen hozzájárult az említett fejlődéshez. A rendelkezésünkre álló statisztikai adatok mindenesetre jelzik a XVI. század végétől mind a kereskedelmi, mind a haditengerészetben megfigyelhető rohamos bővülést.²⁰

Ezen fejlemények szerves következményeként számos technikai probléma egyre nagyobb nyomatókkal került előtérbe. Mindenekelőtt a távoli helyekre – Indiába, Észak-Amerikába, Afrikába, Oroszországba – irányuló kereskedelmi utazások szaporodása egyre nyomatókosabbá tette a tengeren való helymeghatározást, azaz a földrajzi szélesség, hosszúság meghatározása pontos és jól használható módszerei iránti igényt.²¹ A tudósok mély érdeklődést mutattak e problémák iránt,²² mind a matematika, mind az asztrológia feltűnően nagyot lépett előre, hála az ilyen irányú kutatásoknak.

A Napier által felfedezett logaritmus – amelyet aztán Henry Briggs, Adrian Vlacq (Hollandiában), Edmund Gunter és Henry Gellibrand fejlesztettek tovább – a csilla-

18. Werner Sombart: *Krieg und Kapitalismus*. München, 1913, 179. skk.

19. Uo. 191. p.

20. „Kutatásaink [a kikötői naplók vizsgálata alapján] bizonyították, hogy az angol kereskedelem és hajózás jelentősen fejlődött a XVI. század végén és a XVII. század első felében. Nem túlzás azt mondani, hogy 1580 és 1640 között az angol hajózás megnégyszereződött, ha nem megötszöröződött.” A. O. Johnson: „L’acte de navigation anglais du 9 octobre 1651”. *Revue d’histoire moderne*, 1934, 9, 13.

21. Hessen: i. m. 157–158. p.

22. A Királyi Tudós Társaságban elhangzott előadásában dr. Bainbridge kijelentette: „Szinte az egész matematikában nincs olyan probléma, mely jobban próbára tenné a matematikusok tehetségét, mely nagyobb ösztönzést adna a csillagászoknak, mint az, hogy miképp állapíthatók meg a hosszúsági és a szélességi körök különbségei.” A Királyi Tudós Társaság jegyzőkönyvéből Thomas Birch leírataiban, in *History of the Royal Society of London*. London, 1757, IV. 311. p. A Társaság céljai között, ahogy Oldenburg a *Philosophical Transactions* kilencedik kötetének előszavában (1674) leírja, ez is szerepelt: „a gyakorlati matematika terjesztése valamennyi kereskedelmi kikötőnkben: a nagy folyók hajózhatóvá tétele; a halászat és a hajózás támogatása; a parlagföldek termővé tétele és megművelése; a gyapotkereskedelmek fokozása; sájt só- és salétromtermelés.”

gász és a tengerész számára egyaránt hasznos segédeszköznek bizonyult²³ Adam Anderson minden valószínűség szerint az ezen felfedezés irányában tanúsított általános véleménynek ad hangot, amikor megjegyzi, hogy „a logaritmusok különösen jó segédeszközt nyújtanak a tengerészeknek a menetirány, a távolságok, a szélesség, a hosszúság stb. kiszámításánál”.²⁴ Sprat, az angol Királyi Társaság zseniális történetírója szerint a hajózás fejlesztése a Társaság legfontosabb céljai közé tartozott.²⁵ Hooke, a Társaság hirtelen haragú „kísérletügyi felelőse”, aki egyidejűleg volt korának kiváló tudósa és valószínűleg legtermékenyebb feltalálója, a következőket írja ugyanerről:

„Először is a legkomolyabb mértékben kívánatos lenne, hogy közismertté váljanak mindazon észrevételezések, amelyek a mágnestű állásainak változására nézve a világ megkülönböztetőbb részein tétettek, az észrevételezés összes említésre méltó körülményeivel együtt; ugyanez vonatkozik a megfelelő délkör megállapítására vonatkozó csillagászati vagy bármilyen egyéb jellegű megfigyelésekre... Ha a csillagászat számára hozzáférhető lenne a magnetizmus és a föld összehatása, ez igen jó hasznára válna (ahogy ez valószínűsíthető) a tájékozódásra vágyó tengerészeknek vagy bárki másnak, akik a helyek földrajzi hosszúságát kívánják meghatározni; az összegyűjtött észleleteket a megfelelő navigációs útmutatásokkal együtt (a Társaság) eltökélt szándéka szerint azonnal a hajózás rendelkezésére bocsátja, amint elegendő számú ily észleletnek jut birtokába...”²⁶

Nem sokkal azután, hogy a Társaság megkezdte gyűléseit a Gresham College-ban, olyan ballada született, amely jól kifejezésre juttatja a Társaság érdeklődési irányának becsét a nép szemében. Ez tűnik ki például a következő részletből:

„A Kollégium világot mér
És lehetlent nem ismér,
A hajózás már csak öröm
Bármely hosszúságú körön;
És minden matróz könnyen tartja
Az irányt, menvét bármely partra.”²⁷

23. Napier *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* (Edinburgh, 1614) című művében került először publikálásra. Megjegyzendő, hogy Briggs, aki először szerzett megbecsülést Napier munkájának, és aki 1616-ban a tizes számot javasolta a logaritmusrendszer alapjául, több könyvet írt a hajózásról.

24. I. m. II. 346. p. Anderson hasonlóképpen említi Sir Henry Saville „két matematikaprofesszorból álló nemes intézményét [1630-ban] az oxfordi egyetemen; egyikük geometriával, a másik csillagászzal foglalkozott... a matematika mindkét ágáról közismert, hogy jótékony hatással van a hajózásra és a kereskedelemre.” Uo. I. 177. p.

25. Sprat: i. m. 150. p.

26. Robert Hooke: *Papers*. British Museum, Sloan-kéziratgyűjtemény.

27. W[illiam?] G[lanville]: *In praise of the choice company of Philosophers and Wits, who meet on Wednesdays, weekly, at Gresham College*. Vö. Dorothy Stimson: „Ballad of Gresham College” (*Isis*, 1932, 18, 103–117. p.), aki szerint a szerző valószínűleg Joseph Glanville volt.

A tudós férfiak gyülekezete mind az Akadémia hivatalos gyűlésein, mind a kávéházakban és magánlakásokon lezajló informális találkozásokon fáradhatatlanul foglalkozott olyan technikai problémák megtárgyalásával, amelyek közvetlen kapcsolatban álltak a Birodalom virágzásával. Hooke újabban közzétett naplója felfedi, milyen nyomást gyakoroltak rá a Társaság, a király és az érdekelt főnemesek azért, hogy tanulmányait mennél inkább „hasznos dolgok” felé irányítsa.²⁸ Gyakran tért be a Garaways vagy a Jonathans kávéházba a Change Alley-n, ahol Christopher Wrennel és társaságuk más tagjaival egy csésze tea mellett „elvitatkozott az égitestek mozgásáról”, miközben a szomszédos asztaloknál köznapibb spekulációk kötöttek le a tőzsdések és lottóügynökök figyelmét. A Garawaynél terítékre kerülő problémák aztán gyakran váltak speciális akadémiai vizsgálatok tárgyává. A szemlélőben mindenesetre aligha alakult volna ki olyan benyomás, hogy valamiféle „üzletemberek” csoportja próbál itt módszereket találni az üzletmenet javítására; inkább egy csomó diák benyomását kelthették, akik együttes erővel törnek a természet titkainak megismerésére. Az eredetileg a gazdaságból származó igények új kérdések feltevésével és régebbiek ismételt hangsúlyozásával új utakat nyitottak a kutatásnak és egyidejűleg állandó nyomást fejtettek ki e problémák megoldásának siettetésére. Ez a sürgetés igen hatékonynak bizonyult, minthogy a tudósok egyáltalán nem kizárólag a tudományos értelemben vett teljesítményre törekedtek. A tudósok nem voltak érzéketlenek a szélesebb értelemben vett társadalmi elismerés iránt, és a hasznos alkalmazási lehetőségekkel kecsegtető felfedezések híre messze túlterjedt a beavatottak szűk körén. A tudományos eredmény magával hozta a magasabb körökkel való érintkezés – ritkán elutasított – előnyeit; bizonyos mértékig tehát a társadalmi mobilitás csatornáit nyitotta meg. Közismert volt Graunt esete. (Londoni kiskereskedőből lett demográfus, aki II. Károly személyes ajánlatára lesz a Királyi Társaság tagja. Fő műve a *Natural and Political Observations*, 1662. – *A szerk.*) Maga Hooke is – szerény freshwateri káplán fia létére – nemesemberek barátságával dicsekedhetett, sőt gyakran csevegett magával a királlyal is. A laikus köröknek a tudományos kutatásokkal szemben tanúsított hozzá nem értése egyébként jól lemérhető azon, hogy a nem túl nagy látókörű II. Károly szemében a „légsúly mérése” – a légnyomás mérését illetően alapvető jelentőségű munka – csak gyermekes játéknak és unaloműző időtöltésnek tűnt, míg a földrajzi hosszúság tengeren való meghatározására irányuló utilitárius kutatásoktól „a legteljesebb mértékben el volt ragadtatva”. Az ilyen típusú hozzáállások jelentős szerepet játszottak abban, hogy a tudományos vizsgálódásokat olyan irányokba fordították, amelyek nyomán minél közvetlenebb hasznot remélhettek.²⁹

28. Robert Hooke *Naplójából* idézhetnénk a következő szöveget: „...Lodowick szól a Hosszúságról. 3000 font jutalom és 600 font emelés az államtól.” (*Diary*. Ed. by H. W. Robinson – W. Adams, London, 1935, 160. p.)

29. Ebben a vonatkozásban lásd Adam Adamson észrevételeit a Királyi Társaságról: „...az asztronómiában és a geográfiában tanúsított előrehaladása önmagában is elegendő volna hírneve megalapozásához, és ahhoz, hogy nagy haszna mutatkozzék a kereskedő világ számára; nem is kellene idéznünk nagy credményeit a többi tudományok és mesterségek terén, amelyek közül némelyeknek szintén jelentősége van a kereskedelem, hajózás, iparoság, bányák, mezőgazdálkodás terén és másutt.” (*Origin of Commerce*, II. 609. p.)

ESETTANULMÁNY: A FÖLDRAJZI HOSSZÚSÁG MEGHATÁROZÁSÁNAK PROBLÉMÁJA

Talán a földrajzi hosszúság megállapításának nagy figyelmet keltő problémáján keresztül szemléltethető a legjobban, hogy milyen módon összpontosították bizonyos gyakorlati megfontolások a tudományos kutatást egyes területekre. Kétségtelen, hogy a korabeli csillagászok mélyen átérték a földrajzi hosszúság meghatározásának jelentőségét – különösen a nyílt tengeren használható módszerek fontosságát. Ennek időről időre nyomatékosan hangot is adtak, Rooke, Wren, Hooke, Huygens, Henry Bond, Hevelius, William Molineux, Nicolaus Mercator, Leibniz, Newton, Flamsteed, Halley, La Hire, C. D. Cassini, Borelli – az időszak gyakorlatilag minden kiemelkedő csillagásza és hozzáértő elméje ismételten megerősítette ezt a tényt.

A földrajzi hosszúság meghatározására javasolt különböző módszerek ösztönözték a következő kutatásokat:

1. A Holdnak a Naptól vagy egy adott csillagtól való távolságára vonatkozó számítások. Ezeket először a XVI. század első felében használták fel, majd a XVII. század vége felé ismét gyakorlati felhasználásukra került sor.

2. A Jupiter-holdak holdfogyatkozásainak megfigyelése. Ezt először Galilei javasolta 1610-ben, ennek nyomán Rooke, Halley, C. D. Cassini, Flamsteed és mások foglalkoztak a témával.

3. A Hold délkörön való áthaladásának megfigyelése. Ez az egész XVII. században általánosan elterjedt módszer volt.

4. Ingaórák és más időmérő eszközök használata a tengeren. Erre irányuló vizsgálatokat végeztek Huygens, Hooke, Halley, Messy, Sully és mások.

Newton mindezen eljárásokat világosan körvonalazta – a velük kapcsolatos tudományos problémákkal együtt – akkor, amikor Ditton a földrajzi hosszúság nyílt tengeren való pontos meghatározására alkalmas módszerért felajánlott jutalomért folyamodott.³⁰ Az angol tudósok mélyreható érdeklődését e témával kapcsolatban jól jelzi a Filozófiai Értekezések (*Philosophical Transactions*) első kötetének azon cikke, amely az ingaórák tengeren való használatával foglalkozik.³¹ Sprat szavaival élve, a Társaság „különös gonddal” foglalkozott a problémával. Hooke kísérletet tett az ingaóra megfelelő módosítására, és beszámolója szerint „ezeknek (a kísérleteknek) a sikere arra ösztönzött, hogy további javításokra törekedjem a hosszúság megállapítása céljából, ami... gyorsan elvezetett ahhoz a gondolathoz, hogy a gravitáció helyett a rugékonyság felhasználásával tartsak rezgő mozgásban egy testet, bármilyen helyzetben légyen is

30. William Whiston: *Longitude Discovered*. London, 1738.

31. Major Holmes: „A Narrative concerning the Success of Pendulum Watches at Sea for the Longitude”. *Philosophical Transactions* 1665, 1, 52–58. p.

ez...³² Ezt követően hírhedtté vált vita tört ki Hooke és Huygens között abban az ügyben, hogy melyikük konstruált először sikeresen kiegyenlített járású spirálrúgós órát. Az elsőbbségi vita kimenetelénél érdekesebb számunkra az a tény, hogy a kor két ilyen kiváló tudósa (a többiekéről nem is beszélve) összpontosította a figyelmét erre a kutatási területre. E párhuzamos felfedezések háttérében két erő munkálkodott: a tudomány belső fejlődése biztosította azt az ismeretanyagot, amely lehetővé tette a probléma sikeres megoldását, míg a tudományon kívüli területen – elsősorban a gazdasági szférában – mutatkozó érdeklődés irányította a közvetlen figyelmet a témára. A lehetséges gyakorlatilag hasznavehető megoldások korlátolt száma vezetett aztán ilyen párhuzamos felfedezésekre.

Ez a probléma más irányú tudományos kutatásokat is ösztönzött. Borelli, a párizsi Tudományos Akadémia tagja (amelyet az éles eszű Colbert javaslatára szerveztek) a *Journal des Scavans*-ban és a *Philosophical Transactions*-ban elmagyarázta nagyméretű teleszkóplencsék készítésére alkalmas módszerét, sőt felajánlotta ilyenek küldését azoknak, akiknek nem áll módjukban ezeket elkészíteni, abból a célból, hogy velük „megfigyeljék a Jupiter holdjainak majd minden nap adandó fogyatkozásait és ily módon a Föld bármely pontján könnyűszerrel megállapíthassák a hosszúságot”. Mi több, ha a „különböző tengeri helyek, partok, hegyfokok és mindenféle szigetek helyét e módon pontosan megállapították, az kétséget kizáróan nagy segítségére válna és jelentős hasznot nyújtana a hajózásnak.”³³

Éppen ezek az epizódok azok, amelyek hangsúlyozott gyakorlati vonatkozásaikkal világosan szemléltetik az utilitárius tényezők szerepét a tudomány előrehaladásában. Bőséges bizonyítékokat találhatunk arra, hogy Giovanni Domenico Cassini asztronómiai felfedezéseit nagyrészt gyakorlati problémák inspirálták. Cassini majdnem minden a *Filozófiai Értekezések*-ben közölt dolgozata hangsúlyozza a Jupiter holdjainak szerepét a földrajzi hosszúság meghatározásánál, az először Galilei által javasolt módszer felhasználásával.³⁴ Talán nem vagyunk túl merészek, ha kijelentjük, hogy ez irányú érdeklődése

32. Richard Waller: *The Posthumous Works of Robert Hooke*. London, 1705, Bevezetés. Galilei 1641-ben valószínűleg leírta az ingaóra működését; Huyghens 1656-os találmánya ettől független. Huyghens később feltalálta a rugós órát. Lásd találmánya leírását, in *Phil. Trans.*, 1675, 11, 272. p.; újranyomva a *Journal des Scavants*-ból, 1675. február 25. Ez vezetett a hírhedt vitához Hooke és Oldenburg között, aki a tényleges létrehozás tekintetében Huyghens elsőbbségét védelmezte. A pénzügyi indítékokra vonatkozóan talán érdekes lehet, hogy Hooke, a Társaságnak azon az ülésén, amely Huyghensnek az „új zsebóráról” szóló közlését követte, megemlíti, hogy „van egy találmánya, amelynek segítségével meg lehet találni az egy percnyi idő hosszúságát, vagy tízenöt percnyi égi időt, amit a gyakorlatban is meg tudna valószínűsíteni, ha illő kompenzációban részesülne.” Amire Sir James Shaen megígérte, „hogy szerez neki egy összegben ezer fontsterlinget, vagy évente százötven fontot. Miután Hooke úr kijelentette, hogy az utóbbit választaná, a tanács sürgette, hogy kössön ennek megfelelő szerződést, s valósítsa meg találmányát.” Vö. Birch, i. m. III. 191. p. További részletekre lásd Waller, i. m. bevezetés.

33. *Philosophical Transactions*, 1676, 11, 691–692. p.

34. Lásd Leonard Olschki: *Galileo und seine Zeit* (Halle, 1927) 274. és 438. p., és a „Levelek és földrajzi helyzetmeghatározásról” című fejezet. Ezzel a módszerrel nem lehetett a szükséges gyakorlati pontosságot elérni. Abban a tanulmányban, amely a Jupiter egy szokatlan foltjának felfedezéséről és a bolygó körforgásának meghatározásáról szól, Cassini megjegyzi, hogy „az utazó arra használhatja ezt [a körforgást], hogy a Föld legtávolabbi pontján is meghatározza a hosszúsági fokot,” *Phil. Trans.*, 1672, 7, 4042. p. A foltok körforgásának eltéréseit tár-

vezette el őt a Jupiter forgásának, a Saturnus kettős gyűrűjének, továbbá ez utóbbi bolygó harmadik, negyedik, ötödik, hatodik és nyolcadik holdjának felfedezéséhez³⁵ – hiszen ő maga fejt ki, hogy ilyen jellegű csillagászati megfigyeléseire azok gyakorlati vonatkozásai „serkentették”. Lawrence Rooke – aki a megalakulás pillanatától a Királyi Társaság tagja volt – gyakran hívta fel a figyelmet ezen észlelések „értékére a hajózás szempontjából”.³⁶ Flamsteed ismételtén utalt a Jupiter-holdak megfigyelésének hasznosságára, minthogy fogatkozásait „kiértékelték, és bizonyára sokkal jobb segédeszközt adnak a hosszúság megállapítására, mint bármily eddig ismert más módszer”.³⁷

Ez a probléma éppígy felkeltette Newton érdeklődését is. Még karrierjének kezdetén írt egy – később világhírűvé vált – levelet barátjának, Francis Astonnak, aki éppen utazást készült tenni a kontinensen, amelyben sok egyéb között javasolja barátjának, hogy „tudja meg, vajon az ingaórák milyen segítséget nyújthatnak a földrajzi hosszúság megállapításánál”. Levélváltásuk során – amelyről joggal feltételezhetjük, hogy döntő szerepe volt Newton *Principiájának* előkészítésében – mind Halley, mind Hooke sürgetik Newtont, hogy – nagy hajózási fontosságuk miatt – folytassa kutatásait.³⁸

gyalva különböző hosszúsági fokokon utal arra, mennyire fontos ez a tény a hosszúság pontosabb meghatározása szempontjából. Uo. 1676, 6, 683. p. A Szaturnusz harmadik és negyedik bolygójának felfedezéséről szóló bejelentés így kezdődik: „A csodálatos felfedezések, amelyekre századunkban, a teleszkóp feltalálása és a belőle fakadó, a természetről szóló tudásunk és az emberi kereskedelem és társadalom előremozdításához szükséges mestersegek terén szerzett nagy gyakorlati haszon nyomán az égiek tekintetében sor került, a csillagászokat arra ösztönözte, hogy szigorúbban vizsgálják meg, vajon nincs-e valami jelentős dolog, amit eddig nem vettek észre.” A *Journal des Sçavants*-ból lefordítva, 1685. április 22.; újranyomva in *Phil. Trans.*, 1696, 16, 79. p. Cassini a Jupiter első mellékbolygói elsötétetésére vonatkozó táblázatainak bemutatása során megjegyezték, hogy ennek vizsgálata kétségtelenül lehetővé teszi, hogy hordozható teleszkóppal határozzuk meg a földrajzi hosszúságot. „S ha czecket a mellékbolygókat a tengeren figyeljük meg, a hajó képes lesz megtalálni a délkört, amelyen tartózkodik, annak a táblázatnak a segítségével, amelyet Cassini úr ad ebben a kötetben [*Recueil d'observations faites en plusieurs Voies pour perfectionner l'Astronomie et la Géographie*], ahol nagy pontossággal fedezi fel az említett elsötétedést, sokkal pontosabban, mint amit a Hold megfigyelésétől várhatnánk, noha a tengerészek eddig ezt tekintették a leghasználhatóbb eszköznek. Mielőtt azonban a tengerészek felhasználhatnák a hosszúsági fok meghatározására szolgáló eszközt, arra van szükség, hogy az egész óceán partvonalát először pontosan megrajzolják, amire a mellékbolygók módszere a legalkalmasabb; s mire a térképek elkészülnek, újabb felfedezések is bekövetkezhetnek; vagy talán rövidebb teleszkópokat találnak fel, amelyek segítségével a hajók fedélzetén is ki lehet mutatni a mellékbolygók elsötétetését...”. *Phil. Trans.*, 1694, 17, 237–238. p. Az idézet utolsó része határozottan és világosan szemlélteti, hogy a tudományos és műszaki kutatást gyakorlati szükségletek „hívták életre”. Érdemes megjegyezni, hogy Halleyt az Admirális bízta meg azzal, hogy „a lehető leggyakrabban kövesse figyelemmel a Csatorna mindkét oldaláról a Dél Csillagát, hogy mindkét partot helyesen tudja ábrázolni”, valamint hogy figyelje meg „az árapály alakulását az angliai csatornán”. Lásd 1701. június 11-i levelét Burchetthez. In E. F. MacPike (ed.): *Correspondence and Papers of Edmund Halley*. Oxford, 1932, 117–118. p.

35. A harmadik és negyedik holdat (Tethys és Dione) 1684-ben fedezte fel, az ötödiket (Rhea) 1672-ben, a hatodikát és nyolcadikat (Titán és Iapetus) 1671-ben.

36. Lásd „Mr. Rook's Discourse concerning the Observations of the Eclipses of the Satellites of Jupiter”. Közli Sprat idézett művében, 183–190. p. Rooke 1652-től 1657-ig volt a Gresham College asztronómiaprofesszora, majd ettől a dátumtól haláláig, 1662-ig a geometria professzora volt ugyanitt.

37. *Philosophical Transactions*, 1683. 12, 322. p.

38. Ez az a fajta bizonyíték, ami fölött Clark tökéletesen elsiklik, amikor olyanokat ír, mint például: „az egyetlen bizonyíték, amelyet fel lehet hozni emellett, hogy (Newton) legkreatívabb periódusában technikai-műszaki érdekeltségektől ösztöklélve munkálkodott volna, a Francis Astonnak írt levél...” (Clark, i. m. 67. p.).

1694-ben küldte el Newton közismert levelét Nathanael Hawes-nek, amelyben új típusú matematikai oktatást körvonalaz a Christ's Hospital újonnan végző navigátorai számára. A következő módon bírálja az akkor folyó képzést: „a hosszúság, amplitudó, azimutok és az iránytű változásai szintén kimaradtak, holott ezek a dolgok igen hasznosak a hosszú utazásoknál, mint amilyenek a kelet-indiai utak, és tudatlannak kell tartanunk azt a tengerészt, aki nem ismeri ezeket”.³⁹ 1699 augusztusában tette Newton közzé szextánsának új, javított formáját (Halley 1731-ben tőle függetlenül újra feltalálta), amely a holdmegfigyelések felhasználásával módot adott a földrajzi hosszúság meghatározására a tengeren. Newton holdelméletének első körvonalazására már a *Principia* első kiadásában sor került. Ezenkívül Newton ajánlására történt, hogy egy 1714-ben hozott törvényben jutalmat tűztek ki a hosszúság tengeren való sikeres meghatározására.⁴⁰ Ezzel Newton bizonyosságot tett nemcsak arról, hogy tisztában van saját munkájának gyakorlati jelentőségével, hanem arról is, hogy tudós társainak hasonló irányú tevékenységét is képes ily módon értékelni.

Newtonnak a holdmozgásokra vonatkozó elmélete volt az ilyen irányú tudományos erőfeszítések csúcsteljesítménye. Whewell szavai szerint:

„Talán az asztronómia előrehaladása is elegendő motivációt jelentett volna egy ilyen munkához, mindazonáltal ennél hatékonyabb késztetést jelentő okok is szóhoz jutottak. A holdmozgások tökéletes elmélete – amennyiben ilyen egyáltalán lehetséges volt – azzal kecsegtetett, hogy módszert ad a földrajzi hosszúság meghatározására a földfelület bármely pontján; így egy olyan elmélet megvalósulása, amely szilárdan megalapozottnak ígérkezett, a hajósok és geográfusok szemében hatalmas közvetlen gyakorlati jelentőséggel bírt, és elismerten óriási értékű lett volna.”⁴¹

Halley, aki úgy találta, hogy a földrajzi hosszúság meghatározására szolgáló különböző módszerek egytől egyig fogyatékosak, és kijelentette, hogy „alig valószínű, hogy pontosan meg lehessen állapítani a földrajzi hosszúságot a tengeren mindaddig, amíg a holdmozgások elméletét tökélyre nem viszik”, állandóan munkája folytatására biztatta Newtont.⁴² Flamsteed, illetőleg (1691 és 1739 között) Halley maga is a holdmozgások táblázatainak olyan kiigazítására törekedett, amelyekkel elérhető „a nagy cél, a hosszúság kívánt pontosságú előtalálása”. A Királyi Társaság a holdfigyelések hasonló célokra történő megfigyelésére bocsátott ki felhívást.⁴³

39. Newtonnak Hawesnek intézett leveleit J. Edleston tette közzé: *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*. London, 1850.

40. Edleston, i. m. LXXVI. A probléma megoldásának tulajdonított jelentőség lemérhető a többi kormány által felajánlott jutalmak mértékén is. A hollandok rá akarták venni Galileit, hogy vesse latba tehetségét a megoldás érdekében... III. Fülöp spanyol király 1716-ban szintén jutalmat helyezett kilátásba a megoldónak, míg az orléans-i régensherceg 100 ezer frankos díjat alapított a jó gyakorlati módszer kidolgozója számára.

41. William Whewell: *History of the Inductive Sciences*. New York, 1856, I. 434. p.

42. *Correspondence and Papers of Edmond Halley*, 212. p.

43. *Philosophical Transaction*. 1693. 17. 453–454. p.

Egy másik olyan kutatási terület, amelyik valószínű hasznossága miatt ez idő tájt a figyelem középpontjába került, az iránytű és általában a mágnesség tanulmányozása volt. Különösen Sprat hozza Wren ilyen irányú kutatásait kapcsolatba az aktuális igényekkel, megállapítva, hogy „(Wren) a hajózás érdekében számos magnetikus kísérletet végzett nagy gonddal”.⁴⁴ A greshami asztronómiaprofesszori állás elfoglalásakor mondott székfoglaló beszédében Wren maga is hasonló hangot üt meg. Gondosan tanulmányozni kell a mágneses változásokat, amelyeknek nagy jelentőségük van a hajós szemében, hiszen képessé tehetik őt a hosszúság meghatározására, „és a korábbi iparkodások hagyhattak-e mesterségben ennél dicsőségesebb célt”.⁴⁵ La Hire, megjegyezvén, hogy semmi sem oly nyugtalanító a hosszú tengeri utazásokon, mint a mágnesű mozgásai, megállapítja, hogy „ez fordított engem olyan eszköz kereséséhez, amely az égi jelenségek megfigyelésétől független eszközt juttathat a tengeri változások felfedezésére”.⁴⁶ Ugyanerre a célra törekedve fordult Henry Bond, Hevelius, Molineux és Newton érdeklődése a mágneses jelenségek vizsgálata felé.⁴⁷ Halley, azon híres dolgozatában, ahol ismerteti a négy mágneses pólusról és a mágneses vonal deklináció nélküli periodikus mozgásáról szóló elméletét, ismételten hangsúlyozza az iránytű változásaira vonatkozó kutatások gyakorlati kívánatosságát, minthogy az ilyen irányú kutatás „igen nagy jelentőséggel bír a hajósmesterség terén: aki erről megfélekedzik, nem kisebb hibát követ el, mint hogy használatlanságra ítéli a legnemesebb találmányok egyikét, azok közül, miket az emberiség valaha is felfedezett. Ez a nagy gyakorlati jelentőség – folytatja az érvelést – elegendő buzdítást kell hogy jelentsen »az összes Filozófiai és Matematikai főknak, hogy komolyan fontolóra vegyenek néhány Jelenséget...«.” Azért közli új hipotézisét, hogy ezzel megmozgassa kora természetfilozófusait, hogy „figyelmesebben szenteljék magukat ezen hasznos spekulációknak”.⁴⁸ Az akkor éppen e téren folyó szorgos munkák láthatóan nem elégtették ki igényeit. Hogy az idevonatkozó hasznos spekulációk körét kibővítsé, Halley kapitányi rangot kapott a haditengerészetben, és a „Paramour Pink” parancsnokaként három utazást is tett e célból. Ezen utak egyik eredménye volt a Halley által szerkesztett első izogonokat ábrázoló térkép.

Arra a következtetésre kell hát jutnunk, hogy a szélesség meghatározására szolgáló megfelelő módszer iránti igény igen sokrétű tudományos problémáknak adott hangsúlyt. Még ha a tudományos kutatásokat nem is egytől egyik a kívánt eredmény gyakorlati hasznossága mozgatta, világos, hogy a tevékenység legalábbis jó része e cél szem előtt tartásával ment végbe. A fenti elemzés nyomán nem tudjuk pontosan eldönteni, hogy milyen mértékben irányította a gyakorlati érdeklődés bizonyos problémák irányába a tudományos gondolkodást. Ugyanakkor tudatosan fel akartuk hívni a figyelmet a

44. Sprat, i. m. 315–316. p.

45. Christopher, Wren: *Parentalia*. London, 1750, 206. p.

46. *Philosophical Transactions*, 1687. 16, 344–350. p.

47. *Philosophical Transactions*, Például 1668, 3, 790. p.; 1670, 5, 2059. p.; 1674, 8, 6065. p.

48. „A Theory of the Variation of the Magnetical Compass”. *Philosophical Transactions*, 1683. 13, 208–221. p.

kortárs tudósok által legintenzívebben vizsgált témák és a gazdasági fejlődés nyomán felmerülő vagy új nyomatékot kapott problémák közötti kapcsolódási pontokra. Az összekapcsolódás nyomán – és ezt maguknak a tudósoknak a közvetlen kijelentéseivel is alátámaszthatjuk – a gazdaság követelményei (pontosabban az e követelményekből fakadó technikai igények) meghatározott irányokba igyekeztek fordítani a tudományos kutatást. Ilyen igényt fejezett ki a földrajzi hosszúság megállapításának problémája is, ami – számos tudós figyelmének felkeltésével – bőséges eredmények felhalmozódásához vezetett a csillagászatban, a földrajztudományban, a matematikában és a mechanikában, emellett előmozdította az időmérő eszközök fejlődését is.

HAJÓZÁS ÉS TUDOMÁNY

A hajózás egy másik problémáját a tengerdagályok időpontjának előrejelzése jelentette. Mint Flamsteed jelezte első dagálytáblázatának lábjegyzetében, az időtábla hibái két óra eltérés körül mozogtak; ezért a királyi Haditengerészet és általában a hajósok tudományos korrekciót sürgettek.⁴⁹ Ennek megfelelően időről időre születtek Flamsteed tollából olyan árapálytáblázatok, amelyek nemcsak angol, hanem francia és holland kikötőkre is vonatkoztak. Munkája, az árapályjelenséggel kapcsolatos elmélet a Királyi Társaság megalakulásától kezdve állandóan hangsúlyozott fontosságú munkájának kidolgozásához szolgáltatott újabb adatokat. A *Filozófiai értekezések* első kötete több olyan dolgozatot is tartalmazott, amelyek a dagály időpontjára vonatkozó megfigyeléseket tettek közé különböző kikötőkből. Ezen a témán olyan tudósok dolgoztak, mint Boyle, Samuel Colepresse, Joseph Childrey, Halley, Henry Powde és – talán a leginkább figyelemreméltó eredményekkel – John Wallis.

Newton úgy fogta fel a feladatot, mint további lehetőséget a tömegvonzás általános elméletének bizonyítására, és – mint Thomson megjegyzi – „árapályelmélete sem éleselmjűségében, sem a hajózás területén való fontosságában nem marad el a bolygók mozgására vonatkozó elmélettől”. Elmélete megmagyarázta az árapályjelenség legfontosabb sajátosságait: a szökőár és a vakár, illetve a reggeli és az esti dagály közti különbségeket. A Nap és a Hold deklinációjának, illetve paralaxisának hatását, továbbá az árapály adott sajátos helyeken való tulajdonságait, Halley, Colepresse és mások észleléseivel ellenőrizve a kiszámított eredményeket.⁵⁰ Halley, aki szokásához híven mindig ott igyekezett bábáskodni, ahol az elmélet és a gyakorlat házassága gyermekáldással kecsegtetett, nem késlekedett tudatni az Admirális lordjaival, hogy ezen kutatások „minden hajózás legáltalánosabb hasznára” válnak.⁵¹ Mindazonáltal csak Euler, Bernoulli és D’Alembert, és végül Laplace, Lubbock és Airy munkássága tette lehetővé,

49. *Philosophical Transactions*, 1683, 13, 10–15. p.; későbbi táblázatokra lásd uo. 1684, 14, 458, 821. p.; 1685, 15, 1226. p.; 1686, 16, 232, 428. p.

50. *Principia mathematica*. London, 1713, III, könyv, XXIV., XXXVI és XXXVII. tételek.

51. *Correspondence*, 116. p.

hogyan az elméletet elegendő pontossággal lehessen a gyakorlati felhasználás céljaira fordítani. Ismét megállapíthatjuk a tudományos érdeklődés és a gazdasági követelmények összefüggését – olyan ezoterikus téma esetében, mint a tömegvonzás elmélete.

A hajózás másik súlyos problémáját jelentette az erdőtartalékok oly mértékű kimerülése, hogy végül már a túl fiatal, éretlen faanyagra is rá kellett fanyalodni a hajók építésénél. A faanyag területén mutatkozó szűkösség több tényező – a fa tüzelőanyagként való kiterjedt felhasználása, a tengeri háborúk faigényessége vagy a London újjáépítésével járó problémák – összzejátszásának eredménye volt. A tüzelőanyag-probléma megoldását részben bizonyos iparágak – így a bronz- és rézipar, a serfőzés, a kelmefestés és (a nyersvasolvasztás kivételével) a vasipar – széntüzelésre való átállása jelentette. A faanyag kimerülése már olyan mértékben veszélyeztette a hajóépítést, hogy a Királyi Haditengerészet megbízottai azzal a kéréssel fordultak a Királyi Társasághoz, hogy tegyen javaslatokat „a fatermelés és faültetés megjavítására”. A probléma megoldásához botanikai tudásukkal a kor olyan tudósai járultak hozzá, mint Evelyn, Goddard, Merret, Winthrop, Ent és Willughby; dolgozataikat Evelyn jól ismert *Sylvá*jában gyűjtötte össze. Nem független tehát a gyakorlat sürgető igényeitől az a tény, hogy a Társaság „fő tevékenységeinek” egyike volt a „fák növesztésével” való foglalkozás. Ezen felül – állítja Sprat – a Társaság tagjai „sok időt szántak a hajók készítésének vizsgálatára, a vitorlák formáira, tőkék kialakítására, a felhasznált fafajtákra, a fenyvek ültetésére, a szurok és a kátrány javítására, valamint a kötélzetre”.⁵² Ez nemcsak az erdőművelés és az ehhez kapcsolódó botanikai kérdések tanulmányozására vezetett, hanem mechanikai, hidrosztatikai és hidrodinamikai vizsgálódásokra is. Mint az Newton Hawes-hez intézett leveleiből kiderül, az olyan kérdések megoldása, mint a kötelekben és a faanyagban ébredő feszültség meghatározása, a szél és az árapály által kifejtett erők megállapítása, továbbá a folyadéknak a különböző alakú merülő testekkel szemben tanúsított ellenállásának megismerése nagy jelentőséggel bírt a tengerészek szemében.

Ha most már összevetjük a haditengerészet igényeit – ahogyan azokat egy olyan neves katona, mint Sir Walter Raleigh a *Haditengerészeti megfigyelések* (Observations on the Navy) című könyvében a század elején felsorolja – az Akadémia kutatásaival, világossá válik, hogy a hajózás valamennyi alapvető problémáját tudományos vizsgálat tárgyává tették. Raleigh a hadihajó hat kívánatos tulajdonságát sorolja fel: erős építés, sebesség, szilárd árbócozat, megfelelő tűzkészség bármely időjárásban, jó horgonyzási lehetőségek szélvihar esetén is, időtállóság. A korabeli tudomány olyan eszközök előállítására törekedett, amelyekkel mindezek a követelmények kielégíthetők. Ez sok esetben arra indította a tudósokat, hogy olyan, a „tisza tudomány” területére tartozó származtatott problémákat oldjanak meg, amelyek nyomán a kívánt célra felhasználható tudás birtokába juthatnak. Így Goddard, Petty és Wren felülvizsgálták a hajóépítés módszereit a célból, hogy javíthassanak az elterjedt eljárásokon. Hooke megbízást kapott a Társaságtól, hogy „azonos fajtából származó, de különböző helyen nőtt és az év különböző

52. Sprat, i. m. 150. p.

szakaiban levágott” faminták ellenállóképességének kísérleti vizsgálatával határozza meg a „szilárd árbócozat” készítésének előfeltételeit.⁵³ Hooke – időnként Boyle-lal együttműködve – számos kísérletet folytatott „a fa erejének kipróbálására”, továbbá sodort és megsodratlan hurkok vizsgálatára. Ezek a kísérletek már folyamatban voltak, amikor Hooke eljutott a nevét viselő törvény felfedezéséhez (*ut tensio sic vis*).

Ahhoz, hogy módot találjanak a hajók sebességének megnövelésére, szükséges volt a testek ellenálló közegben való mozgásának tanulmányozása, ami a hidrodinamika alapvető feladatai közé tartozik.⁵⁴ Ezzel a problémával Moray, Goddard, Brouncker, Boyle, Wren és Petty foglalkoztak.⁵⁵ Ebben az esetben nyilvánvaló a kapcsolat az adott technikai feladat és a megfelelő „tiszán tudományos természetű vizsgálódás között. Petty ugyanabban az időben, mikor azt írta, hogy „a kettős falu (hajó) eresztékei igen súlyosan nyomják lelkemet”, hidrodinamikai kísérleteket folytatott „úszó testek” sebességének meghatározására. Az általános összefüggést Sprat állapítja meg a Társaság műszereinek leírása során:

„Több műszer (áll rendelkezésünkre) a különböző alakú, különböző erővel mozgott úszó testek sebességének meghatározására és annak megállapítására, hogy mely alakúak hajlamosak a legkevésbé a felborulásra, hogy igazi elmélet készíttessék a minden célokra használatos hajók és csónakok alakjáról.”⁵⁶

Christopher Wren, aki Newton szemében „korunk legnagyobb géométerjei közül való” volt, szintén pontosan azért vizsgálta a hidrodinamika törvényeit, mert látta potenciális hasznukat a hajók közlekedési jellemzőinek javításánál.⁵⁷ S maga Newton is, megalkotva tételét arról, hogy a folyékony közeg ellenállása milyen módon függ a benne mozgó test alakjától, hozzáteszi: „mely javaslatról én azt képzelem, hogy a hajózás hasznára leend majd”.⁵⁸

Az Akadémia állandó érdeklődést mutatott a víz alatti közlekedés problémái iránt, a bűvárharangtól a Hooke által javasolt valódi tengeralattjáróig, amely a Temze dereglyéinek a sebességével mozognak. A víz alatti eszközökkel foglalkozó bizottság megvizsgálta az ólomfalú „bűvárdobozokat” és Halley „bűvárharangját”, amelyeket a Temzén

53. Birch, i. m. I. 460. p.

54. Lásd Hessen, i. m. 158–159. p.

55. Marquis of Lansdowne (ed.): *The Petty-Southwell Correspondence*. London, 1928, 117. p.; Birch, i. m. I. 87. p.

56. Sprat, i. m. 250. p.

57. „A hajózás problémái közül érdemes megoldani azt, hogy milyen mechanikus erőkre vezethető vissza a vitorlázás (különösen széllel szemben); ő [Wren] kimutatta, hogy ékfórmáról van szó; s bizonyította, hogy egy ferde síkra ható átmeneti erő a sfkot az első mozgató irányába mozdítja el. Olyan eszközt készített, amely mechanikusan ugyanezt a hatást kelti, s megmutatta, miért lehet minden széljárásban hajózni.”

„Az evezés geometriai mechanikájáról kimutatta, hogy az a mozgó vagy nyugvó emelő elvén működik. Ebből a célból olyan eszközöket készített, amelyekkel megnézhetette, hogyan terjednek ki a testek a cseppfolyós közegben; s miféle akadály képződik a terhelés különböző fokain; s más dolgokat is, amelyek szükségesek ahhoz, hogy lefektesse a vitorlázás, az úszás, az evezés, a repülés és a hajógyártás geometriáját.” Sprat, i. m. 316. p. Ismét azt látjuk, mennyire a közvetlen műszaki cél vezet tudományos problémák kutatásához.

58. *Principia Mathematica*, II. könyv, VII. fejt., XXXIV. tétel.

kipróbáltak, és – inkább a közönség, mint a bűvár kedvéért – heti gyűléseik során egy hatalmas dézsában is bemutattak. Wilkins nyomatékosan hangsúlyozta a víz alatti hajózás előnyeit, amelyek kétségtelenül haszonnal járnának háború esetén, módot adnának az árapály bizonytalanságainak megkerülésére, és amelyeket fel lehetne használni az elsüllyedt kincsek felderítésére.⁵⁹ Hooke-nak a lélegzésre vonatkozó vizsgálatai az ilyen erőfeszítésekhez kapcsolódó technikai problémák leküzdésével függnek össze.

Wilkins bemutatta a Társaságnak „ernyőhorgonyát”, amely „vihárban is megtartja a hajót”. Wren „kényelmes módszert” javasolt „a fedélzeti lövegek használatára”, míg Halley – rámutatva, hogy Angliának „a tengerek urává” kell válnia, és „tengeri ereje bármely szomszédjánál nagyobb kell hogy legyen”, ismertet egy módszert, amely segítségével a hajó „kedvezőtlen időben is bizton hordhatja ágyúit”.⁶⁰ Petty, hően remélvén, hogy „új elveket talál a hajózás javítására”, megépíti kettősfalú hajóit, melyeket a Társaság nagy meglepéssel fogad. Balszerencséjére legambiciózusabb építménye – a „Szent Mihály Arkangyal” – nyomorúságosan csődöt mond, ami aztán arra a következtetésre juttatja a feltalálót, hogy a végzet és a Király egyaránt ellene fordultak.

A Társaság időről időre megvizsgálta, hogy milyen módon lehetne a hajókat „a férgék” ellen megvédeni, ez a probléma mindig nagy izgalmat váltott ki mind a Királyi haditengerészet képviselői, mind a magánhajók tulajdonosai között. Newton bizonyosságot tett afelől, hogy még e kínos probléma iránt is érdeklődik, amikor arra kérte Astont, hogy állapítsa meg, „rendelkeznek-e a hollandok olyan cseles eszközzel, amely megóvjá hajóikat a férgék rágásától”. Ezen törekvéseit azonban láthatóan nem kísérte különösebb siker.

Általában tehát azt mondhatjuk, hogy a XVII. század tudósai – a fáradhatatlan agyú Pettytól a mindenkinél nagyobb Newtonig – részben olyan technikai problémákra összpontosították figyelmüket, amelyek a hajózás miatt váltak égetővé, részben pedig az ezek hátterét adó tudományos problémákra. Habár igaz, hogy tudományos kutatások hosszú sorát vezethetjük vissza minden nehézség nélkül a megfelelő technikai követelményekig, éppen annyira nyilvánvaló az is, hogy a kutatás egy része a korábbi tudományos fejlődés logikai továbbvitele. Annak fényében azonban, amit a tudósok maguk mondtak munkájuk gyakorlati vonatkozásairól, kétségtelennek kell tekintenünk, hogy a gyakorlat problémái jelentékeny irányító hatást fejtettek ki a tudományos vizsgálódás terén. Még a „legtisztább” tudomány, a matematika is elsődlegesen azért vált érdekessé Newton számára, mert alkalmazhatónak bizonyult a fizika problémáinak megoldása során.⁶¹

59. John Wilkins: *Mathematical Magick*. 5. kiad. London, 1707, 5. fejezet. Tartaglia már 1551-ben igen hatékony eszközöket javasolt elsüllyedt hajóknak a vízfelszínre emelésére. Már 1631 óta több találmányt szabadalmaztattak „elsüllyedt gépekre”. Az egyik ilyen eszköz és „a jó szerencse” segítségével, mondja Anderson, Sir William Phipps csaknem 200 ezer fontot „halászott ki” nyolcasával egy spanyol flottából, amely Nyugat-India partjainál süllyedt el. Lásd *Origin of Commerce*. III. 73. p. Hooke és Halley, valamint mások ennek nyomán újabb eszközöket eszeltek ki kincsek mélyből történő visszanyerésére.

60. Wren: *Prentalia*, 240. p.

61. E. A. Brutt: *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, 210. p.

E tudósok a szárazföldi közlekedés kérdéseire is fordítottak némi figyelmet, ha jóval kevesebbet is, mint a hajózásra (valószínűleg ez utóbbi jóval nagyobb gazdasági jelentősége miatt). A növekvő belső forgalomnak számottevő fejlesztésekre volt szüksége. Ezek a fejlesztések – így Defoe – „nagy segítséget jelentenek a közlekedés számára, és előmozdítják az általános levélváltást, amelyek nélkül is belföldi kereskedésünk nem valósulna meg.”⁶² Az utazó kereskedők nem egyszer ezer fontnyi textíliával járták be Angliát, ami igényt teremtett a szárazföldi közlekedés javítására.⁶³ A „kocsik, szekerek és más hasonlók megszorodása, s kereskedelmünk általános élénkülése” miatt – írja Adam Anderson – a Király (kétségtelenül kissé túlzott optimizmussal) elrendelte, hogy az ország összes fő útjait szélesítsék ki nyolc yardnyi szélessé.

Jellemző, hogy a kor tudósai műszakai problémák megoldásán is fáradoztak. Petty, akit a közgazdasági kérdések rendkívül érdekeltek, különböző kocsikat tervezett, melyek – állítása szerint – hegyi ösvényeken, szakadékokban, és általában mindennemű járhatatlan utakon is biztonságosan közlekedni képesek.⁶⁴ Wren azon munkálkodott, hogy a kocsikat „kényelem, erő és könnyűség” tekintetében tökéletesítse és – akárcsak Hooke – ő is kidolgozott egyfajta, fordulatszámhámláson alapuló, „taxamétert”.⁶⁵ Wilkins – valószínűleg Stevin mintegy félszáz évvel korábbi kezdeményeit folytatva – „vitorlás szekér” terveit készíti el, amely „Lovak nélkül, pusztán a szél ereje által húzzattatik, akárcsak a hajók a tengeren”.⁶⁶

Az ilyen erőfeszítések azt mutatják, hogy a tudósok az üzleti vállalkozásokhoz szükséges technikai-műszaki újítások kidolgozására törekedtek.⁶⁷ Adott vonatkozások például arra, hogy megkönnyítsék a piacok lehetséges kiterjesztését, ami a születő kapitalizmus egyik alapvető feltétele volt.

A GAZDASÁGI HATÁS MÉRTÉKE

Az eddig kifejtettek bizonyos értelemben csak illusztratív anyagot nyújthatnak azokhoz a kapcsolatokhoz, amelyeknek nyomon követésére törekszünk. Hátramarad még, hogy meghatározzuk, milyen mértékben voltak képesek hatni a gazdasági-társadalmi ösztönzők. A Királyi Társaság határozatai – jegyzéküket az érdeklődő olvasó megtalálhatja Birch könyvében: *A Királyi Társaság történetében* (History of the Royal Society) – megfelelő alapot nyújtanak a kérdés tanulmányozásához. Elvégezhető, bár nyilvánvalóan igen sok vonatkozásban nem kielégítő eljárás, ha megpróbáljuk osztályozni és csoportokba sorolni a Társaság üléssein megvitatott tudományos kutatásokat, s meg-

62. Daniel Defoe: *Essays upon several Projects*. London, 1702, 73. p.

63. Daniel Defoe: *Tour of Great Britain*. London, 1727, III. 119–120. p.

64. Lásd Petty és Soutwell levelezését.

65. *Parentalia*, 199, 217, 240. p.

66. John Wilkins: *Mathematical Magick*. London, 1707, II. 2. fej.

67. Birch, i. m. I. 379 és 385. p.; Hooke: *Diary*, 418. p. Három éven belül ezt a témát mintegy tizenöt-ször tárgyalták a társaságban.

vizsgáljuk azt a kontextust is, amelyben a különböző problémák felszínre bukkantak. Ez az eljárás valamelyes támpontot nyújthat ahhoz, hogy eldöntsük, megközelítőleg milyen mértékben hatottak külső tényezők.

Négy év üléseit, nevezetesen az 1661-ben, 1662-ben, 1686-ban és 1687-ben tartott üléseket vesszük figyelembe. Semmi okunk azt feltételezni, hogy valami okból ezek nem koruk tipikus üléseit képviselték volna. Az osztályozás, mellyel dolgozunk, inkább empirikus, semmint logikailag rendezett. Az egyes kutatásokat akkor minősítettük a társadalmi-gazdasági igényekhez „közvetlenül kapcsolódónak”, amikor a kutatást végző személy közvetlenül hivatkozott valamilyen kapcsolódásra, vagy amikor a kutatás azonnali megtárgyalása során nyilvánvalóvá vált az ilyen irányú igény korábbi ismerete. A „közvetetten kapcsolódó” tételek olyan kutatások, amelyek nyilvánvalóan – és a kontextus által is jelzett módon – aktuális gyakorlati szükségletekhez kapcsolódnak, de erre maguk a kutatók nem tettek határozott utalást. Azokat a kutatásokat viszont, amelyeknél a gyakorlattal való összefüggés nem volt nyilvánvaló, a „tisztá tudomány” területére utaltuk. Ebbe a kategóriába sok olyan tétel került, amelyek (a mai észlelő szemében) felismerhető kapcsolatban álltak bizonyos gyakorlati szükségletekkel, de ez a XVII. századi tudósok számára még nem volt nyilvánvaló. Így például a meteorológiai természetű vizsgálódásokat igazán könnyű kapcsolatba hozni az időjárás előrejelezhetővé tételének gyakorlati kívánatosságával, mégis, amikor az ilyen jellegű kutatások nem irányultak határozottan a gyakorlat specifikus problémáinak a megoldására, „tisztá tudománynak” tekintettük őket. Hasonlóképpen kétségtelen, hogy az anatómia és a fiziológia területén végzett munka nagy részének kétségtelen értéke van az orvostudomány – és különösen a sebészet – szempontjából, mindazonáltal ezen kutatások osztályozásánál is ragaszkodtunk a fenti kritériumokhoz. Ezzel valószínűvé tettük, hogy amennyiben osztályozásunk torzított, akkor ez legfeljebb olyan módon történhetett, hogy túlbecsültük a „tisztá tudomány” mennyiségét.

Minden megvitatott kutatást egy-egy „egységnek” tekintettünk. Nyilvánvaló, hogy ez az eljárás csak torzított becslése lehet annak, hogy milyen mértékben hatottak tudományon kívüli tényezők a tudományos kutatás tárgyainak kiválasztásánál, de ahol nincs pontos mérőeszköz, gyakran be kell érniünk a pontatlanokkal is. Az itt következő táblázatban összefoglalt eredmények csak sejtetik azon hatásuk terjedelmét, amelyet a korábbiakban oly nagy számú egyedi esetben nyomoztunk ki.⁶⁸

Táblázatunkból kiderül, hogy a vizsgált négy év során lefolytatott összes kutatás kevesebb mint fele (41,3 százalék) volt „tisztán tudományos” jellegű. Ha most ezekhez hozzáadjuk azokat a tételeket is, ahol a gyakorlati szükségletekhez való kapcsolódás csak közvetett, arra az eredményre jutunk, hogy a kutatások mintegy hetven százaléka nem irányult közvetlenül gyakorlati célokra. Miután az itt szereplő számértékek csak durva közelítésül szolgálnak, eredményünket abban foglalhatnánk össze, hogy a vizs-

68. Az alkalmazott eljárás részletesebb ismertetését, valamint a kategorizálásban alkalmazott részletesebb osztályozást lásd *Science, Technology and Society in 17th-Century England*, 16. fejt.

gálódások 40–70 százaléka tartozhatott a „tisztá tudomány”, és ennek megfelelően 30–60 százaléka a gyakorlati célokat szolgáló tudomány körébe.

Ha most már csak a közvetlen gyakorlati célokat szolgáló kutatásokat vesszük szemügyre, úgy tűnik, hogy a tengeri szállítás problémái kapták a legnagyobb figyelmet. Ez jól összhangba hozható azon korábbi benyomásunkkal, hogy a XVII. század angol tudósai tisztában voltak az Anglia sziget jellegéből következő problémákkal – legyenek ezek katonaiak vagy kereskedelmiek – és határozottan törekedtek ezek megoldására.⁶⁹ Majdnem ugyanakkora szerepet játszottak a haditechnikai igények is. Ez nem meglepő, hiszen a század körülbelül ötven évében folyt háború, és erre a századra esik az angol történelem nagy forradalma is. A katonai természetű problémák így rányomták bélyegüket az időszak egész kultúrájára, ami alól a tudományos gazdálkodás területe sem jelentett kivételt. Mint ezt Nef és más gazdaságtörténészek írásából tudjuk, a bányászat is markáns fejlődésen ment át a jelzett periódusban, ami nem maradt hatás nélkül a tudományra. Ebben az esetben a tudományos tevékenység – már amennyire el lehet ezt választani a technológiáitól – legnagyobb része ásványtani és metallurgiai jellegű, és részben új ércek felfedezésére, részben a fémek ércből való kivonásának új módszereire irányul.

Megemlítenénk, hogy az összegezésünk alapjául szolgáló két későbbi évben a tiszta tudomány területére tartozó kutatások számaránya megnövekszik. Erre csak egy elképzelhető magyarázatot adnánk. Valószínű, hogy a Társaság megalakulásakor a tagok arra törekedtek, hogy igazolják a Társaság létének hasznosságát (mind a Korona, mind általában a laikus közönség előtt), és ezért mihamarabbi gyakorlati eredmények elérésére törekedtek; innen fakadhat a kezdetben igen markáns gyakorlati orientáció. Emellett számos olyan probléma, amelyeket kezdetben kifejezetten gyakorlati jelentőségük miatt vizsgáltak, később a vizsgálat tárgya maradhatott anélkül, hogy tisztában lettek volna gyakorlati vonatkozásaival. Az osztályozásnál elfogadott (és könnyen lehet, hogy torzító hatású) kritériumok alapján a későbbi kutatások némelyikét esetleg önkényesen minősítettük tiszta tudománynak.

A jelen tanulmányban bemutatott anyag alapján bizonyíthatónak tűnik az az állítás, hogy a XVII. század angol tudósainak problémaválasztásait érezhetően befolyásolta a korszak társadalmi-gazdasági struktúrája.

69. Lásd például Edmond Halley megjegyzését: „Hogy egy szigetnek lakói, vagy bármely ország, melynek egy szigetet védelmeznie kelljen, arra kényszerítetnek, hogy urai legyenek a Tengernek, s hajóhaduk erejét tekintve felülműlják valahány Szomszédaikat, kik arra gondolhatnának, hogy megtámadják őket, úgy gondolom, olyan igazság, amely mellett nem kell különösebben érvelni.” (A Királyi Társaság előtt felolvasott beszédből)

A társadalmi-gazdasági feltételek befolyásának megközelítő mértéke a londoni Akadémia tagjainak tudományos témaválasztásaira az 1661–1662 és az 1686–1687-es években

	A kutatások mennyisége a négy év alatt	
	abszolút számban	százalékban
Tiszta tudomány	333	41,3
Társadalmi-gazdasági igényekhez kapcsolódó tudomány	473	58,7
Tengeri közlekedés	129	16
Közvetlenül kapcsolódó	69	8,6
Közvetetten kapcsolódó	60	7,4
Bányászat	166	20,6
Közvetlenül kapcsolódó	25	3,1
Közvetetten kapcsolódó	141	17,5
Haditechnika	87	10,8
Közvetlenül kapcsolódó	58	7,2
Közvetetten kapcsolódó	29	3,6
Textilipar	26	3,2
Egyéb technikai és gazdasági	65	8,1
Összesen	806	100,0