

7. R. A. Holt, A. R. Causey: Effects of intergranular constraints on irradiation growth. *Journal of Nuclear Materials* 150 (1987) 306–318.
8. V. Fidleris: The irradiation creep and growth phenomena. *Journal of Nuclear Materials* 159 (1988) 22–42.
9. R. A. Holt: Mechanisms of Irradiation Growth of Alpha-Zirconium Alloys. *Journal of Nuclear Materials* 159 (1988) 310–338.
10. G. J. C. Carpenter, R. H. Zee, A. Rogerson: Irradiation growth of zirconium single crystals: a review. *Journal of Nuclear Materials* 159 (1988) 86–100.
11. Chunguang Yan, Rongshan Wang, Yanli Wang, Xitao Wang, Guanghai Bai: Effects of ion irradiation on microstructure and properties of zirconium alloys, a review. *Nucl. Eng. Technol.* 47 (2015) 323–331.
12. S. I. Choi, J. H. Kim: Radiation-induced dislocation and growth behavior of zirconium and zirconium alloys, a review. *Nucl. Eng. Technol.* 45 (2013) 385–392.
13. M. Griffith: A review of microstructure evolution in zirconium alloys during irradiation. *Journal of Nuclear Materials* 159 (1988) 190–218.
14. S. Doriot, D. Gilbon, J.-L. Béchade, M.-H. Mathon, L. Legras, J.-P. Mardon: Microstructural stability of M5™ alloy irradiated up to high neutron fluence. *14th International Symposium on „Zirconium in the Nuclear Industry“*, Stockholm, June 13–17, 2004, ASTM-STP1467, 175–204.
15. J. P. Mardon et al.: Performance of M5 alloy as cladding tube and structural component material. *PBNC'2004*, Honolulu, Hawaii, March. 2004, 22–24.

SEGNER JÁNOS ANDRÁS, A FIZIKA ÉS A CSILLAGÁSZAT TANÁRA

Kovács László
ELTE SEK Szombathely

Segner János Andrást (1704., Pozsony-Szentgyörgy – 1777., Halle) három nép is fiának vallja. Magyarok mondjuk, mert szülőhelye, Pozsony, Pozsony-Szentgyörgy akkor Magyarországhoz tartozott. Magukénak érzik a szlovákok, *Ján Andrej Segner* néven, mert ma Bratislava, az egykori Pozsony, Szlovákia fővárosa. Természetesen számontartják Németországban, mint preßburgi születésű német természettudóst, hiszen német származású, ott járt egyetemre, ott élte le élete legnagyobb részét. Őse, *Segner Mihály* és testvére, *Boldizsár* a törökök elleni harcokban mutatott vitézségükért 1596-ban nemességet, címeres levelet kaptak (1. ábra). Német hivatalos neve: *Jobann Andreas von Segner*; ugyanis nemességét Halléban, egyetemi tanári kinevezésekor megerősítették.

„Kétségtelen ugyan, hogy hazai tudományos életünkre, egyetemi oktatásunkra nem volt közvetlen hatással – mégsem mondhat le róla a magyar tudománytörténet sem, mert nemcsak, hogy az akkori Magyarország területén született, tanult és egy ideig – 28 éves koráig – működött is, hanem elsősorban azért, mert maga is magyarnak vallotta magát, s késői tanári működése során is megkülönböztetett figyelemmel foglalkozott a német egyetemeken tanuló honfitársaival: segítette és támogatta őket” – írja a *Műszaki Nagyjaink* kiváló életrajzi sorozat nyitó tételében *Károlyi Zsigmond* és *László György*.



Lorem ipsum ad mel discere denique, quot tota conclusionemque ea sit, vix kasd sententiae temporibus eu. Has et malis aequae ignota, nullam intellegam mei ex? Sed id exerci fuisset salutandi, tantas bonorum minimum usu ex! Eam et dui scripta, ceteros platonem qui ut, cu has unum laudem inimicus. Te deserunt assueverit eam, oblique dolorem vel id. Iisque omittam ne per, ut his apeirian accusata quaerendum! Stet omittam pri ei. In iusto commodo his. Oporteat eleifend erroribus cu per, ne tantas.



1. ábra. A 16. század végén, a törökök elleni harcokban kiérdemelt nemességhez tartozó Segner-címer.

Segner a pozsonyi líceumi iskolás évei után orvosi diplomát szerzett Jénában. Számon tartják azonban matematikusként, fizikusként, gyógyszerészként, filozófusként, továbbá volt ő csillagász, meteorológus és atya is. No persze nem a szó vallási értelmében, hanem ő „a turbina atyja” – ahogyan *Karl Keller* elnevezte őt.

Elsősorban és alapvetően tanár volt. Tanári talentum, tanártehetség. Tanárnak születni kell. A diploma szinte semmit nem jelent. Ismerünk tanári diplomával rendelkező gyenge oktatókat és ragyogó szellemű fizikus, matematikus, vegyész, biológus, mérnök, orvos, közgazdász, régész vagy éppen irodalomtudós tanárokat.

„Segner művésze volt az ismeretek átadásának és az ismeretanyagot átadásra alkalmassá tevő didaktikai rendszerezésnek” – írta róla a már említett *Műszaki Nagyjaink* Segner-életrajza.

Igen, a tanításnak a művészethez is köze van. A *tanítás művészete* – ilyen címmel szokott csodás kísérletekkel fűszerezett előadást tartani kiváló kollégám, *Molnár László*. És ne feledjük, hogy a sokak által tisztelt és lelkesedéssel szeretett, de egyesek részéről elmarasztalt *Óveges József* (1895–1979) is azt mondta: a „tanárnak színésznek is kell lennie”. És akkor nem beszélünk még az érzelmi oldalról. A kiváló tanár lelkes, áthatja a tudás átadásának vágya. *Györgyi Géza* (1930–1973) elméleti fizikus, a „felsőfokú oktatás mestere” volt, azt írta róla matematikus, vezető informatikus húga, *Zimányi (Györgyi) Magdolna* (1934–2016): „Érdemes hangsúlyozni pedagógiai szenvedélyét (ezt nem tudom másként nevezni), tehát amit tudott, azt mindig lelkesen adta tovább.”

Segner fizika tankönyvének előszavában így fogalmazta meg pedagógiai elveit: „...amióta az egyetemen oktatok célom volt, hogy gondosan felülvizsgáljam azt, amit a hallgatóknak előadhatok, arra törekedtem, hogy azokat, akiket a tudásszomj hozzám vezetett, minél rövidebb úton célhoz juttassam”.

Az eredményes tanári munkához elengedhetetlen az emberség, a mély humánus, a tanítványok nemes értelemben vett szeretete.

Neumann Jánost zavarták a tanítványok, *Békésy György*, *Zemplén Győző*, *Bay Zoltán* kiváló tanárok voltak.

Segner sokoldalúan gondoskodott hallgatóiról. Valamennyi róla szóló terjedelmesebb tanulmány megemlíti, hogy olvasólámpát is tervezett számukra. Már 1743-ban egyik göttingeni egyetemi programjában is írt erről latinul, majd németül is megjelentette a tervezetet.

Halléba költözésekor legelső teendői közé vette, hogy lámpájának leírását közzétegye a hétfőnként megjelenő tudománynépszerűsítő hallei lapban, a *Heti Hallei Közleményekben*. A 44. szám címlapján látható az asztali lámpa, egy kanócos olajlámpa 8 ábrája. Látható, hogy a göttingeni lámpát továbbfejlesztette, konstrukciós újításokat alkalmazott, és figyelme kiterjedt a helyes használat leírására is.

Írunk még Segner emberi oldaláról. Jó barátja volt a jeles matematikus, *Leonhard Euler* (1707., Bázeli – 1783., Szentpétervár). Elmondhatjuk, hogy Segner matematikai gondolkodásának kiteljesedése az Eulerrel folytatott eszmecsereknél köszönhető. A közepes képességű, az ő talentumát, beosztását feltehetően irigylő kollégáival nem tudott kijönni. Konfliktusa volt a göttingeni csillagdában a „nyakára ütött” *Tobias Johann Mayerrel* (1723–1762) éppúgy, mint *Samuel Christian Hollmann* (1696–1787) vagy *Albrecht von Haller* (1708–1777) egyetemi kollégájával.

Segner bármennyire tudott és szeretett is tanítani, azért fárasztotta az oktatás. Göttingenből Eulerhez 1744. április 17-én írt levelében panaszkodott arról, hogy a tanítási teendők megterhelik; és 1747. december 10-én is írt oktatói tevékenységének megterhelő voltáról.

Emberségének szép megnyilvánulásairól olvashatunk *Rab Irén* tanulmányában.

Kezességét vállalt honfitársaiért: *Wizkelety* az ő közbenjárására nyert tandíjmentességet, és neki köszönhette *Baligha Sámuel*, hogy leadott értekezés nélkül kaphatta meg az orvosdoktori címet. A többieknek is segített, ahol tudott. A medikusokat privát betegekhez küldte, a szegényebbeket beneficium szerzésével próbált könnyíteni. Közreműködött két Göttingenre szóló pozsonyi ösztöndíj-alapítvány – a *Burgstaller* (1747) és a *Scarizkin* (1750) – létrejöttében.

Segner pozsonyi mestere, igazgatója, *Bél Mátyás* (1684–1749) fia, a Göttingenben tanuló *János Teofil*, egyenesen „legnagyobb nagy jótevőjének” (*mon tres grand Patron*) nevezte. Ennek oka az volt, hogy Segner kimenekítette őt egy kényszerházasságból. Sőt, matematikusként általánosított is: elérte, hogy a hannoveri királyi titkos tanács határozata alapján a jövőben az egyetem előzetes megkérdezése nélkül egy pap sem eskethetett össze diákokat.

A mély emberség azonban csak *szükséges feltétele* annak, hogy valaki kiváló tanár legyen. Ezen kívül elengedhetetlen a rendkívül biztos szakmai tudás, az önálló kutatási eredmények. *Pungor Ernő* (1923–2007) kémikus akadémikus mondta, hogy csak olvasmányaink alapján nem lehet tanítani. Segnernek természetesen igen jelentős tudományos eredményei voltak.

A fizikatanár

Abonyi Iván ezt írta Segnerről szóló tanulmányában: „...meg szeretnénk említeni *Einleitung in die Naturlehre* (*Bevezetés a természettanba*) című nagy művét, amely több kiadásban is elkelt. Az első kiadás 1746-ban jelent meg. Segner rendkívül sokoldalú előadói tevékenysége tükröződik ebben a jelek szerint igazságszerű műben” (2. ábra).

Jakucs István (1882–1964) így vélekedik: „Fizikakönyve csak egy van. »Einleitung in die Natur-Lehre« (Göttingen, 1746). Tartalma az akkor ismert egész fizikai anyagot felöleli. Egy-két dologban megelőzi korát. A régi fizikák filozófiai alapon tárgyalták a természeti jelenségeket. Kísérletekkel nem sokat törődtek. Ragaszkodtak a négy ókori elemhez és a csillagok mozgásával is foglalkoztak. Az 1820-as évekig majdnem minden könyv ilyen rendszer szerint készült, sőt az anyag elrendezésében még később is megtartották a föld, víz, levegő és tűz szerint való felosztást. Segner bevezetésében hangoztatja a kísérletek fontosságát, s már nem tartja meg a régi »Physica generalis« és »Physica specialis« felosztást, sem a négy elem szerinti tárgyalást.”

Gurka Dezső így ír a fizikakönyvről: „Goethe is említést tett róla 1810-es színtanának második kötetében, jóllehet – mint newtoniánus szemléletű műről – elítélően szolt róla. E könyv hosszútávú népszerűségét jelzi, hogy *Schelling* tanára, *Johann Christian Zwanziger* a lipcsei egyetemen az elméleti fizikát még 1796-ban is az *Einleitung* alapján adta elő.”

Az interneten elérhető az *Einleitung* különböző kiadásai, boldogan „lapoztunk” bennük.

Segner a harmadik kiadás előszavában, amely az eredeti átírása, 1770. május 30-án közölte: a második kiadás előszavának végén található gondolatokhoz csak annyit fűz hozzá, hogy tankönyve tökéletlenségeinek csökkentésén fáradozott.

Olyan sok helyen változtatta meg a korábbi kiadást, hogy azt nem nehéz észrevenni. A beavatkozások sajtóhibákat okoztak, ezért elnézést kér. Most is sok a tétellel, jóllehet azok számát nem növelte. Sokszor rövidített és összevont. Megköszöni azok fáradozásait, akik segítettek a második és a harmadik kiadás tökéletesítését.

Igen nagyra értékelhetjük, hogy egyre jobb, tökéletesebb könyv megalkotására törekedett. A már említett huszadik századi kiemelkedő magyar tanárok vallomásai juthatnak eszünkbe arról, hogy tapasztalataik alapján hogyan tudták könyveik minőségét javítani. Györgyi Géza említette, hogy a korábban készült jegyzetei anyagát az egyetemen és a KFKI-ban tartott kurzusok előadásai során volt alkalma és ideje kiértékelni. *Simonyi Károly* 1987-ben a *Staar Gyulának* adott interjúban így fogalmazott erről: „A könyv születése szempontjából óriási jelentősége van annak, ha az ember előzetesen előadhatja annak törzsanyagát. Tisztázódnak a kérdések, látom, hallgatóim mit értenek, mit nem, visszakérdezhetnek, s egyszerűen közös munka lesz az egyén erőfeszítéseiből.”

Szabad fordításban ismertetjük a második kiadás előszavának főbb gondolatait. Sok esetben kettő, néha három részre bontottuk az eredeti hosszú mondatokat.

Segner így fogalmazott: „A tanulni vágyóknak biztosítani kell minden kényelmet, hogy felesleges hosszadalmasság nélkül tudják elsajátítani az alapokat. Minden helyen van egy alapmű, egy különlegesen kedvelt feldolgozás, és olyan tanár, aki ezt jól ismeri, előadásai során erre épít. Ha a tanár képes előadásait a hallgatók körülményeihez formálni, akkor ez inkább megfelel, a hallgatóknak többet nyújt, mintha máshol, más időben kiadott könyvekre épít.

Azonkívül a helyi könyvek tanulmányozása lehetőséget ad arra, hogy az előadandó anyagot pontosan tanulmányozzuk, és ismételten átgondoljuk, ezáltal az sajátunkká válik. Ez a legbiztosabb módja annak, hogy pergő, lendületes, könnyen érthető és ugyanakkor rendezett és alapos előadásokat tartsunk. Azért, hogy a tanultakat használni lehessen, mindenekelőtt a valóság, az igazság leírását kell a könyvektől megkövetelni. Csak olyat tanítsunk, aminek helyességéről magunk is meggyőződünk. A tudomány alapjait tárgyaló könyveknek akkor van igen nagy előnyük, akkor érik el igazán céljukat, ha mélyen be tudnak vésszódni az emberi elmébe.

Azonkívül ezektől a könyvektől – az előadások céljaihoz mérten – bizonyos teljességet kell megkövetelnünk. Ez semmiképpen sem lehet az, hogy az ismeretek egész épületét bemutassuk, erre idő sincs. Az alapokat kell lefektetni, olyan szilárd, biztos, áttekinthető alapokat, amire építeni lehet. Azonban az általános tételek jól kiválasztott alkalmazásait is be kell mutatni.



2. ábra. Segner fizikakönyvének címlapja.

Rendkívül fontos az alaposság. A történelmileg felhalmozott ismeretek, a tételek tömege bemutatásának nincs haszna rend, összefüggés, részletes vizsgálódás és alapos megértés nélkül. Ezt csak szigorú renddel érhetjük el, és akkor, ha a tételket összekapcsoljuk az emberi tapasztalatokkal.

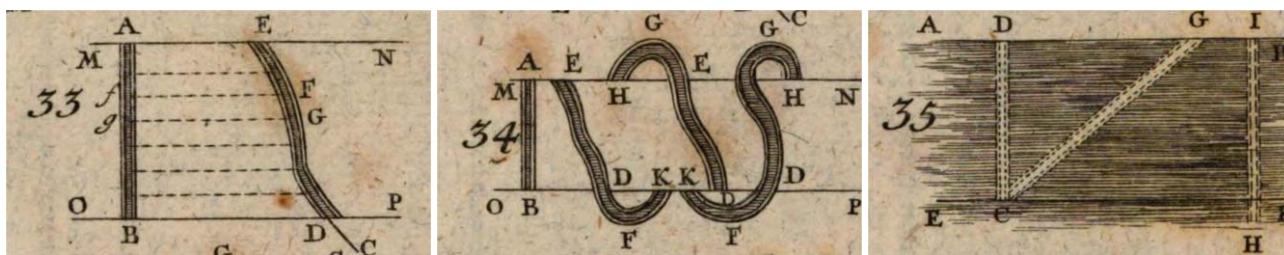
Előadásaink csak akkor lesznek tömörek és tartalmasak, ha a nyelvet helyesen használjuk. Legyen minden érthető, ne kívánjon a megértés rendkívüli munkát és túl hosszú töprengést. Ugyanakkor nevetséges azt gondolni, hogy saját gondolkodás, és fáradozás nélkül alapos ismeretekhez juthatunk.”

„Az előadások gondolkodásra serkentsenek. A természettan alapja legnagyobb részben a geometria, és az a tanár szerencsés, akinek hallgatói ismerik a természet ezen kulcsát. Ez jelenleg mindenképpen nem várható el, így nem lehet mást tenni, minthogy, amennyire lehetséges, le kell rakni az alapokat.”

„Gyakran lehet a geometria helyett a számolást választani, és esetenként a pusztán belátásra is hagyatkozhatunk. Megkísértem, hogy ezeket a segédeszközöket megadjam, és remélem, hogy ez sikerült is.

A kísérletekhez használt eszközöket nem ismertetem aprólékosan. Magukat a kísérleteket leginkább csak akkor mutatom be részletesen, ha azok a bizonyítás alapjául szolgálnak: jóllehet egyre többet és többet fáradozom azon, hogy a fő tételket kísérletekkel erősítem meg, és általában mindent, amennyire csak lehetséges, szemléltessek.”

Így zárja az előszót: sokat fáradozott az átdolgozásán, reméli, hogy sikerült azt megfelelővé formálni.



3. ábra. Részletek az *Einleitung in die Natur-Lehre* folyadékokról szóló fejezetéből.

Ez az előszó nem is annyira a hallgatónak szól. Hitvallás a tanításról, a tankönyvírásról. Nem mindenkinek van képessége, kedve, ideje, lehetősége előadásainak anyagát kinyomtatni. Ezért sokan mások tankönyvéből tanítanak. Nagyon fontos, hogy ezek a tankönyvek jók legyenek. Így a gyengébb képességű tanárok is eredményesen tudnak oktatni. *M. Zemplén Jolán* professzorasszony mondta nekem, hogy őt egy szerényebb képességű tanár tanította fizikára, de jól, mert hűen követte *Mikola Sándor* „Utasításait”. Mikola írta az 1927-es iskolai reform fizika tantervéhez az *Utasítás* fejezetet, amely egy tökéletes tanári kézikönyv, valódi módszertani útmutató.

Érdemes megfigyelni, hogy Segner mértéktartó, kiegyensúlyozott: óv a szélsőségektől. Egyetlen tartalmi kiemelés a most ismertetett előszóból: *A tanár magyarázata legyen világos, könnyen követhető, ugyanakkor senki sem reménykedjen abban, hogy szellemi erőfeszítés nélkül fog tartós ismeretek birtokába jutni.*

Ez a gyakorlat a régi kínai bölcsességeket, vagy az egykori indiai tanításokat juttathatja eszünkbe: meg kell találni az egyensúlyt az ellentétesen ható dolgok között.

Ezután következnek az 527 oldalas könyv tíz fejezete: a testek általános tulajdonságai, az egyensúly, „folyékony dolgok” egyensúlya, a levegőről, a vonzó erőről, a tűzről, a levegőről, a különböző okok miatt keletkező mozgásokról, az égi testekről, a levegő jelenségeiről.

Tizenhat, római számozású táblán összesen 173 ábra teszi szemléletessé a mondanivalót. Újdonság a korábbi matematika könyveihez, és az általános akkori könyvkiadási gyakorlathoz, képest is, hogy a rajzos oldalakat nem a könyv végére tették, hanem – ha nem is fejezetenként – a szöveg között helyezték el.

Igen jelentősek Segner folyadékreszcsekkék közötti erőkre vonatkozó megfontolásai. Ő vezette be a felületi feszültség fogalmát. Most tankönyve folyadékokról írt részéből szemezgetünk.

Érdekes, hogy a folyadék nyomását azonosítja a súllyal. Ugyanakkor dicséretes, hogy az *azonos alapterületű*, különbözőképpen elhelyezkedő (később pedig a különböző alakú és méretű) csövek alján levő nyomást az adott felület felett függőlegesen elhelyezkedő hengerszerű testben levő folyadék súlyával azonosítja. Rengeteg ábrán a legkülönbözőbb alakú, egymással összeköttetésbe levő csövek (azaz mai szóval *közlekedő edények*) láthatók, ezekhez – azonos alapterületek esetén – nagyon jó a fenti azonosítás. Külön kiemeljük a 34. ábrát (azaz a 3. ábra középső paneljét), ahol a felülről lefelé és az alulról felfelé mutató

nyomásra is utal, teljessé téve ezzel a Pascal-törvényben megfogalmazott irányfüggetlenséget. Nem megszokott, hogy a függőleges elhelyezkedésű, az összehasonlítás alapjául szolgáló cső felső vége fölé, illetve az alsó vége alá is elvezeti a folyadékot, majd meghajlított csővel jut vissza a viszonyítási szintekhez. Később külön paragrafusokban tárgyalja az edényekből szívócsővel („slaggal”) történő folyadékkiszívás lehetőségét. Ez egy nagyon érdekes helyzet, hisz általában egy kis darabon, de ez akár egészen jelentős mértékű is lehet, felfele áramlik a folyadék. Kisiskolás koromban szerettem volna ezzel a módszerrel vizet felvinni a padlásra: ott áramlik a magasban a víz, csak meg kell csapolni! Igen ám, de ha nyílás lesz fent a felfelé mutató csőszáron, akkor a cső mindkét szárából azonnal kifolyik a víz, mégpedig lefele, hiszen két, alul és fölül is nyitott cső alakul ki.

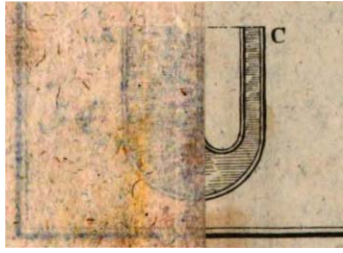
Érdemes figyelni az idézett 146.§ utolsó mondatára, ahol szép határátmenettel már csak egy „folyadékszálról”, „reszcsekszálról” beszél. Később, a 33. ábrán (3. ábrán balra) a folyadék belsejében ábrázolja ezeket az elképzelt csöveket.

Érdekes, hogy az Arkhimédész-törvény tárgyalását (a név említése és képlet nélkül) erősen köti az edény aljára ható folyadéknyomáshoz, ugyanakkor, az eredeti arkhimédészi gondolatot ismerteti. Az iskolákban a mai nap is kedvelt a 35. ábrán (3. ábrán jobbra) vázolt elrendezés, ahol egy adott folyadékra rétegezzük egy nála kisebb fajsúlyú folyadékot, és a két folyadék közötti határfelületre olyan szilárd testet helyezünk, amelynek fajsúlya az alsó folyadék fajsúlyánál kisebb, azonban a felsőnél nagyobb.

Itt említjük meg, hogy gondosan bevezeti a fajsúly fogalmát, *különleges súlynak* (besondere Schwere), nevezve azt. Ezért is írtunk a fentiekben mindig *fajsúlyt* a manapság kedveltebb *sűrűség* helyett. (Mióta kiléptünk a világűrbe, fontosnak tartják a fizikusok, fizikatanárok, hogy olyan fogalmakat használjanak [tömeg, sűrűség], amelyek értéke az űrben, a Holdon is a földi értékkel azonos nagyságú, azaz a nehézségi gyorsulástól független.)

Nagyon dicsérendő, hogy a bevezetett új fogalmat a szövegben **vastag betűvel** szerepelteti. Ezt azért is hangsúlyozzuk, mert nemrég találkoztunk manapság nyomtatott olyan általános iskolai fizika tankönyvvel, ahol sem az új fogalmakat, sem a tételeket nem emelték ki **bold** szedéssel.¹

¹ A modern tipográfia folyó szövegben – lehetőség szerint – kerüli a félkövér betűk alkalmazását (műsz. szerk.).



4. ábra. Segner fizikakönyvének 54. ábrája. (Az interneten fellelhető és az irodalomban szereplő pdf sajnos csak az ábra jobb oldali részletét tartalmazza, a bal oldal csupán a papír túloldalán átütve, halványan látszik. A kép ezen részét ennyire lehetett javítani, műsz. szerk.)

Kitér a különböző fajsúlyú folyadékokat tartalmazó, U-csöves elrendezések magyarázatára és a velük történő számolásra. Végül az 54. ábrán (4. ábra) a hidraulikus sajtó működésére emlékeztető ábrát elemez, azonban csak annyit ír, hogy ha folyamatosan folyadékot öntünk a bal oldali, széles részbe, akkor a két szárban mindig azonos magasságban lesz a folyadék.

Ezután következnek a hajszálcsövekre vonatkozó ismeretek.

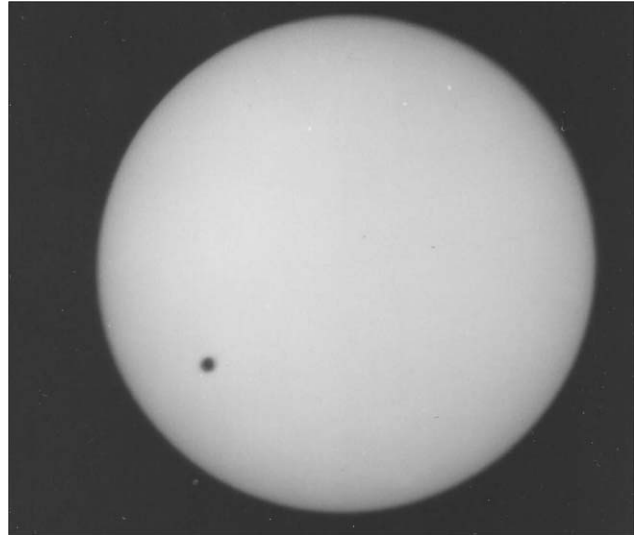
A csillagászat tanára

Gyűrűs napfogyatkozás, Halley-üstökös, Vénusz-átvonulás

Nekünk, magyaroknak kicsit furcsán hangzik: „csillagásztanár”. 40-50 éve irigyeltem az NDK-s kollégákat, hogy ott, náluk lehetett valaki csillagászsztazakos középiskolai tanár, hiszen volt külön ilyen tantárgy az iskolákban. Sokkal nagyobb gondot fordítottak a csillagászat tanítására, mint mi, magyarok. Nekünk mindössze két félév „csillagászat” volt az egyetemen. Nem szégyellem bevallani, hogy egy csillagászati tanárto-vábbképzésen szembesültem azzal a ténnyel, hogy a Vénusznak ugyanúgy vannak fázisai, mint a Holdnak. Azóta vadászok az olyan égi felvételekre, ahol együtt látszik a sarló alakú újhold és a sarló alakú Vénusz, és természetesen megnéztem távcsövön az „újvénuzt”. *Teller Ede* – alant említett könyvében – ír szépen arról, hogy csak a Föld pályáján belül keringő két bolygónak, a Merkúrnak és a Vénusznak lehetnek – a Holdhoz hasonló – fázisai.

Segner a kétrészes, hatalmas terjedelmű *Astronomische Vorlesungen, ein deutliche Anweisung zur gründlichen Kenntniss des Himmels* (Csillagászati előadások, érthető tanítás az ég alapos megismeréséhez) csillagászat tankönyvét Halléban 1775–76-ban, azaz közvetlenül halála előtt adta ki. Itt is, ahogyan matematika tankönyvében is, már a mű címében hangsúlyozza, hogy érthető előadásmódot kíván adni. Ott: *Deutliche und vollständige Vorlesungen*, „érthető és teljes”, itt: „érthető”.

A könyv előzményének tekinthetjük, hogy német nyelvű csillagászati előadásai közül elsőként a Vénusz-átvonulásról június 5-én tartott nyilvános előadásának szövegét jelentette meg 1761-ben.



5. ábra. A 2004. június 8-i Vénusz-átvonulás, Tar Domokos zürichi felvétele.

Könyvének XI. fejezetében, a 412. oldalon a 697. §-ban írja le megfigyelési módszerét [„Die Horizontparallaxe der Sonne vermittelst eines Durchgangs der Venus”]. Erre ilyen pontosan hivatkozik *G. F. Rösler* 1788-ban kiadott műve 2. részének IV. *Segners Methode* című fejezetében, a 255. oldalon.

Ez nem az a – számunkra jelentős – átvonulás, amikor *Hell Miksa* és *Sajnovics János* Vardøben 1769. június 3-án méréseket végeztek (és közben felfedezték a magyar–finn nyelvrokonságot is), hanem az azt 8 évvel megelőző „iker” átvonulás. Hell ennek a megfigyelésében is részt vett. Nemrég mi is szemlélhettük az átvonulásokat 2004. június 8-án és 2012. június 5-én. Kaptam egy szép felvételt *Tar Domokostól*, a Zürichi Műegyetem egykori professzorától, a 2004. június 8-i átvonulásról. Megmutatom a 10 óra 35 perckor Stöfában (CH) készített képet² (5. ábra).

Segner általában nagy súlyt fektetett arra, hogy a csillagászatról nagy nyilvánosság előtt is publikáljon, és ezzel felkeltse az emberek érdeklődését. Már 1759-ben egy üstökös áthaladásakor is tanulmányt írt a *Heti Hallei Közleményekben*. Rajtot is mellékel a megfigyeléshez használt eszközéről. „Az üstökös minden bizonnyal a Halley-üstökös. 1759 első felében nem hiszem, hogy lett volna rajta kívül másik, Segner által is említésre méltónak tartott üstökös.” – írta kérdésre válaszolva *Kovács József*, a szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatórium kiváló csillagásza Santiagóból, Chiléből. Éppen útban volt hazafelé a világ legnagyobb távcső-komplexumától, az Atacama-sivatagban található Very Large Telescope-tól.

Azonban nemcsak Halléban, hanem már Göttingenben is népszerűsítette a csillagászatot. Tanulmányt írt a napfogyatkozásról, és ennek magyarázatára szemléltető eszközt is készített.

A latin nyelvű változat a 1739. január 1-jén jelent meg a *Philosophical Transactions* 41. kötetének IX.

² Folyóiratunk 2004. augusztusi számának címlapján, *Előd László* felvételén már szerepelt ez a Vénusz-átvonulás (szerk.).



6. ábra. Csillagászati könyvének 1. §-a, geometriai alapok.

tanulmányaként a 781–789. oldalakon, amelyhez a rézkarcok III. tábláján 4 gyönyörű rajz tartozik. E tanulmány és az eszköz elkészítésének egyik előzménye az volt, hogy Segner 1748. július 25-én napfogyatkozást, különleges gyűrűs napfogyatkozást mutatott a göttingeni egyetem fűvészkertjének melegházában kollégáinak és a helybeli érdeklődőknek. Az eseményről a *Beobachtung der Sonnenfinsterniß* című írás tudósított.

Segner a keltető melegházban az általa elkészített vetítő eszközt a Nap felé irányította. Annak mozgását olyan ügyesen követte, hogy a Nap képe mindig a készülék matt ernyőjén maradt.

A fogyatkozás 9 óra 58 perc 46 másodperckor kezdődött és 1 óra 5 perc 53 másodperckor ért véget. 10 óra 47 perc 8 másodperckor „die Scheibe des Monds den Mittelpunkt der Sonne berührte” (a Hold tányérja a Nap középpontját érintette). A két középpont egybeesett, ez akkor gyűrűs napfogyatkozás volt? – nyilallt belém a cikk olvasásakor.

(Érdekes, hogy erről nem szól a tudósítás, csak „die starke Sonnenfinsterniss”-t, erős fogyatkozást említ.)

Kovács József csillagász megnyugtató: „Valóban gyűrűs napfogyatkozás volt: itt nézheted meg a térképet hozzá.”³

A legnagyobb fedés (greatest eclipse, GE) valahol a mostani Nyugat-Ukrajnában volt, ahol annak magnitúdója, azaz a Nap Hold által eltakart sugara 97,3%-os volt. Berline 94,8%-ot ad.

³ <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=17480725>

A göttingeni ismertetés azt írja, hogy 96/100 értékű elfedési arányt vártak, azonban helyett a tapasztalt, mért arány csak 94/100 volt. Az elsötétedés mértékét a teljes napfényhez képest háromnegyednek tapasztalták.

Segner csillagászati tankönyve, az *Astronomische Vorlesungen* előzményeként megemlíthjük végül hogy, természetesen az 1746-ban először kiadott *Naturlehre* fizikakönyvének 9. fejezete is az *égi testekről* szól.

A *Vorlesungen* 1775. március 25-én írt előszavában is, ugyanúgy mint matematika- és fizikakönyve bevezetéseként, elmondja könyvszerkesztési és tanítási elveit. Írja, abban reménykedik, hogy előadásai, illetve e könyv hatására egyesek tán a csillagáspályát választják.

Kéri, hogy munkájának megítélésekor vegyék figyelembe, hogy nem csupán csillagászati ismereteket kíván nyújtani. Eszközt szeretne adni a teremtés, Isten helyes és élő [lélnk] (*zur richtigen und lebhaften*) megismeréséhez, mert ez megjavítja a lelkiállapotot és a szívet.

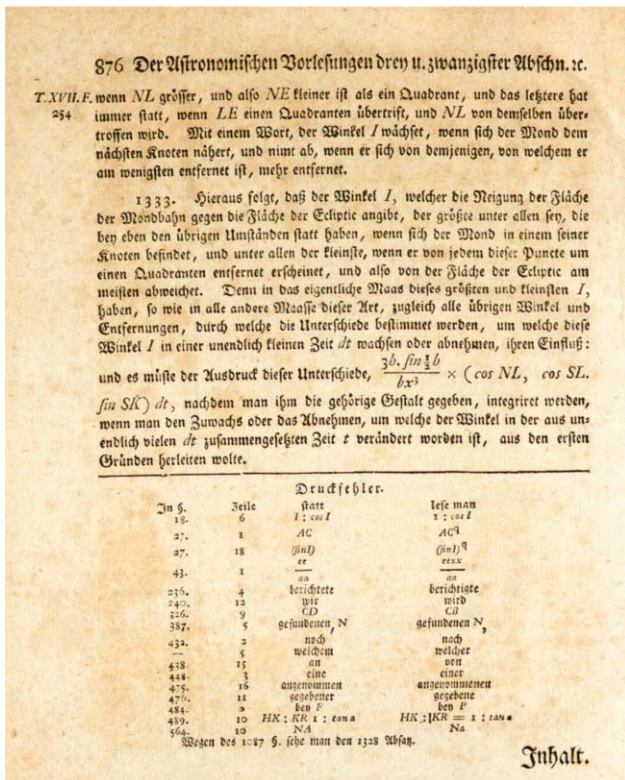
Az értehetőség kedvéért néha kicsit eltér a legszigorúbb tárgyalásmódtól, magyarázó szavakat keres. A szükséges fogalmakat a jelenségek természetes sorrendjében tárgyalja, így a következmények mindig megalapozottak, *az előzményekre épülnek*.

Kevesen képesek arra, hogy beleéljék magukat a diák helyébe, és hatalmas tudásukból csak annyit használjanak, amennyit már a tanítványok tudnak, amennyit már eddig megtanítottak nekik. Teller Ede *A fizika nagyszerű, mert egyszerű* című műve az ellenpélda erre. Ami neki egyszerű, arról azt képzei, hogy az *valóban* mindenki számára az. Néhány egyszerűen követhető, szép gondolatmenet mellett Teller könyve tele van képletekkel, felsőbb matematikai tárgyalásmóddal.

Segner beszédes, a figyelmet lekötő ábrákat készített. A rajzok sok esetben többet nyújtanak a számolásnál – vallja, illetve azt is mondja, hogy jó ábrázolás nagyban segíti a számolást is. A könyv végén a 17 tábla összesen 254 ábrát tartalmaz.

Kitér arra, hogy a megfigyelésekhez használt eszközöket nem írja le részletesen. Ezek alapos tanulmányozásához és ismereteik kiegészítéséhez *La Gaille és de Lalande* (ő így írja: de la Lande) műveit ajánlja. Nem ír konkrét könyvcímeket, de nyilván az egyetem könyvtárában a legfontosabb művek ott voltak, hiszen ezek *Széchenyi Ferenc* és *Teleki Pál* gyűjteményében is megtalálhatóak.

Az első rész első fejezete, mint már említettük, a geometriai alapokat tárgyalja (6. ábra). Ezt követi a *Csillagos ég első (majd második) felosztása*. A negyedik fejezet a Föld nagyságáról és alakjáról szól, valamint itt tárgyalja a refrakció és a parallaxis fogalmát. Ezt követi a Napról, annak pályájáról szóló fejezet. A hatodik fejezet a nappalok hosszáról, a nap részeiről, a napórákról szól. Ezután jön a földfelület felosztása, majd a hónapokról, a Holdról, a Holdnak a Földre eső árnyékáról lesz szó. A kilencedik fejezet tárgyalja a holdfogyatkozásokat, majd a tizedik a nap-

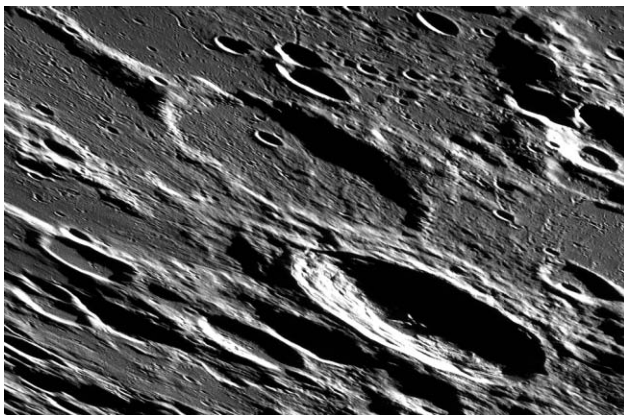


7. ábra. Az Astronomische... utolsó, 1333. §-a a Holdről.

fogyatkozásokat. Az első részt a fedésekről szóló ismeretek zárják. Azokról a fedésekről van szó, amelyek nem okoznak elsötétedést. Itt részletesen ír a Vénusz-átvonulásról.

A második rész nyitó fejezete a tizenkettedik. Ez a bolygók mozgásáról szól. Ezt követi a Föld keringésének a mozgástörvények alapján történő bizonyítása. A 14. fejezet a Nap és a bolygói közötti összefüggést tárgyalja. Ezután jön a bolygómozgást eredményező erő-törvény tárgyalása. A 16. fejezet a fény sebességét tárgyalja. Az égitestek saját tengely körüli forgásáról szól a következő két fejezet. A bolygók saját pályái és helyzetük meghatározása az elkövetkező témák. Ezt követik az üstökösök. A Hold mozgásának részletes leírása (7. ábra) zárja az 1333 §-ból álló könyvet, amely 876 szövegoldalt alkot.

8. ábra. Segner-kráter a Holdon.



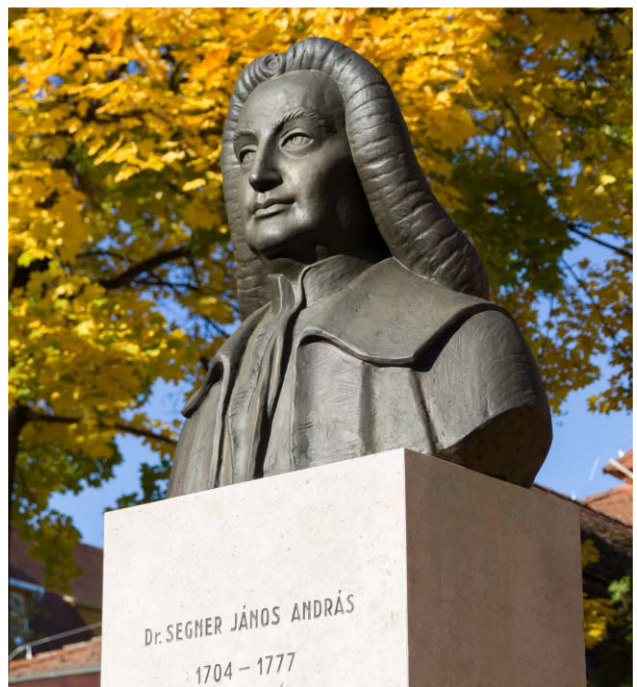
9. ábra. Segner lakóháza Göttingenben.

Külön kiemeljük, hogy olyan Hold-táblázatot készített, amelyet a brit admirális is használt és nagyra értékelt. A táblázat a már említett neves csillagász, Tobias Johann Mayer német matematikus és csillagász táblázatainak rendszerében, Euler képleteinek megfelelően készült.

Kiemelkedő, önálló csillagászati eredményéről nem tudunk. A hallgatók saját csillagászati megfigyeléseit igen fontosnak tartotta, ezért is alapított csillagvizsgálót Göttingenben, majd Halléban. Azonkívül hosszan értekezett a megfigyeléshez használt hollandi távcsőről.

Az 1756. évben, az egyik nyári félévi előadási programja így kezdődik: „Segner J. A. 2 óraker nyilvánosan magyarázni fogja a perspektívát (távcsövet) és tollba-

10. ábra. A 2017-ben újjraavatott debreceni Segner-szobor (fotó: Miskolczi János).



mondja eme oly kellemes és hasznos eszköz használatát. 9 órakor az asztronómiát fogja előadni...”

1760-ban háromrészes tanulmányt közölt a távcsövekről.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy érdemes tanulmányoznunk Segner tanári munkásságát, nagyon sok észrevételét hasznosíthatjuk tanítási gyakorlatunkban.

Emlékének ápolása

A Segner-kultusz Magyarországon az 1970-es években tetőzött. A *Fizikai Szemle* sorra hírt adott a történeésekről. Emlékérmeket, bélyeget adtak ki, Budapesten utcát, Debrecenben teret neveztek el róla. Konferenciákat tartottak Budapesten, Debrecenben és Halléban. Domborműves sírkővel jelölték meg nyughelyét a hallei Stadtgottersacker temetőben. Tiszteletére Szegeden a Pantheonban emléktáblát, Debrecenben az Orvostudományi Egyetem parkjában szobrot avattak. Ezt az egyetem bővítése miatt elmozdították, majd sokáig a fűben hevert. Napjainkban éledt újjá Segner tisztelete. 2017 őszén restaurálták, és újraavatták a debreceni szobrot. 2018 tavaszán pedig

monográfia jelent meg róla idehaza, és emléktáblával jelölték meg, a mai napig is az eredeti formájában álló, göttingeni házát.

Irodalom

Kovács László: *Segner János András Egy jeles bungarus a 18. századból*. MATI 2018, <http://real.mtak.hu/74845>

K. Keller: Johann Andreas Segner. *Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure* 5 (1913) 54–72.

Abonyi Iván: Segner András matematikai és fizikai kutatásai, különös tekintettel pörgettyűelméletére. In: Abonyi Iván: *Kiemelkedő fejezetek a XVII–XIX. század fizikájából*. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Piliscsaba (2008) 57–74.

Jakucs István: Segner András (1704–1777). *Fizikai Szemle* 5/2–3 (1955) 65–68.

Rab Irén: Adalékok Segner János András göttingeni korszakához (1735–1755). *Kaleidoscope. Művelődés-, Tudomány- és Orvostörténeti Folyóirat* 7/13 (online) (2016) 403–404. <https://opac.sub.uni-goettingen.de> illetve: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN626643945>

Gurka Dezső: Segner János András munkásságának kanti recepciója. In: *Matézis, mechanika, metafizika. A 18–19. századi matematika, fizika és csillagászat eredményeinek reprezentációja a filozófiában és az irodalomban*. Szerk.: Gurka Dezső. Gondolat, Budapest (2016) 95–115., Lásd még: real.mtak.hu/46174/1/Gurka_Metafizika.pdf; <http://real.mtak.hu/id/eprint/46174>

Segner fizikakönyve: http://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs1/object/bsb10131985_00065.html

Segner csillagászati tankönyve: <https://www.e-rara.ch/zut/wihibe/content/titleinfo/2636782>