

JAKUCS ISTVÁN – M. ZEMPLÉN JOLÁN: DEBRECEN ÉS A MAGYARORSZÁGI FIZIKA KEZDETEI¹

**Digitalizálták a Magyar Tudománytörténeti Intézet munkatársai,
Gazda István vezetésével.**

A debreceni kollégium – sok más intézményhez hasonlóan – az 1526-ban már biztosan fennálló szerzetesi iskolából alakult a reformáció után, és a 16. század negyvenes-ötvenes éveiben már bizonyosan működött. Az oktatási rend ebben az időszakban minden valószínűség szerint a Melancthon–Sturm-féle módot követte, amely pedagógiailag haladás volt ugyan a középkori oktatáshoz képest, de benne a reáliáknak kevés hely jutott. Ennek ellenére már a 16. század második felében Debrecen élen jár a reális tudományok terjesztésében: ezt jelzik az 1577-es 'Debreceni Aritmetika' és Méliusz Juhász Péter 1578-ban megjelent 'Herbarium'-a, amelyek magyar nyelven nyújtanak elemi matematikai és botanikai ismereteket.

Ennek ellenére még a 17. század első felében is minden valószínűség szerint a Sturm-féle rendszer járja. Tantárgyakról, tankönyvekről ebben a korban keveset tudunk, de az oktatás színvonalára következtethetünk Komáromi Csipkés Györgynek – aki 1653–1657-ig volt a Kollégium professzora – egyik kifakadásából: „A latin iskolákban mit tanulnak? Morzsákat minden szabad művészetből a grammatikán és logikán kívül, valamint a történelemből és filozófiából, egyébként az általános tudatlanság tanít.”

Ebből az időszakból egyetlen, közvetlenül a fizikára vonatkozó adatot találunk, egy kéziratot 1644/45-ből, amely a korszak egyik tipikus terméke: egy vallásos jellegű „fizikai” kéziratot, amely érdekes keveréke az arisztotelészi fizikának és a protestáns skolasztikának. Szerzője – Jakucs István kutatásai alapján – Dürner Sámuel eperjesi tanár, akinek mintája Sperling wittenbergi professzor egyik műve lehetett. Azt már nem tudjuk megállapítani, hogy e kézirat tartalmát Debrecenben előadták-e, de valószínűnek látszik, hogy igen.

Mindenesetre ehhez képest igen nagy haladás Komáromi Csipkés Györgynek 20 évvel később, 1665-ben megjelent 'Judiciaria Astrologiá'-ja, amelyben szép magyar nyelven száll síkra az asztrológusok babonái ellen, elsősorban az üstökösök kérdésében. Komárominak ez a munkája a magyar nyelvű természettudományos irodalomnak – Apáczai enciklopédiája mellett – egyik legértékesebb dokumentuma.

Komáromi műve már világosan tükrözi a protestáns iskolákra kb. ettől az időtől, illetve az 'Enciklopaedia' megjelenésétől kezdve legdöntőbb hatást, amely majd száz esztendeig szinte kizárólagos: a kartézianus fizika hatását.

Ez a hatás elsősorban annak eredménye, hogy a magyar református diákok 1592-től nem járhattak Wittenbergbe, és ettől kezdve elsősorban Hollandiában tanultak. A 17. század első felében már erősen elterjedt a kartézianizmus. Galilei 1638-as mechanikáját ekkor már kevesen ismerték, így ebben a korszakban a kartézianizmus volt a legmodernebb irányzat mind a fizika, mind a világlátás szempontjából.

¹ Forrás: Jakucs István – M. Zemplén Jolán: Debrecen és a magyarországi fizika kezdetei. = Fizikai Szemle, 1962. pp. 362–368.

Ugyanabban az időben tehát, amikor Nagyszombatban még a legelavultabb arisztotelészi fizika járta, Debrecenben a fizika oktatása már Descartes alapján történt. Ennek a kétségkívüli pozitívumnak azonban a következő korszakban látni fogjuk hátrányos oldalait is.

Egyelőre azonban Komáromi idézett kifakadásának és munkásságának az egész oktatásra kiterjedő hatása is érezhetővé válik Martonfalvi György (1635–1681) 1660-as reformjaiban.

Martonfalvi is Hollandiában, Franekerben tanult – Apafi Mihály fejedelem költségén – és eredetileg a nagyváradi iskola igazgatója volt. 1660-ban a török elfoglalta Váradot és Martonfalvi – iskolájával együtt – Debrecenben talált menedéket, ahol csakhamar átvette a Kollégium vezetését. Ő maga latin és magyar nyelvű teológiai munkákat írt, valamint logikai értekezéseket. Állítólag magyar nyelven is tartott filozófiai előadásokat, nyilván Apáczai hatására, akinek igen nagy tisztelője volt.

Működése nyomán nagyot lendült a felsőfokú oktatás színvonala Debrecenben. Ezentúl nem két, hanem három professzor tanította a felsőbb stúdiumokat, és Martonfalvinak olyan tanártársai voltak, mint Komáromi Csipkés György és Lisznyai Kálmán. Utóbbi a reform szerint elsőként tanított magyar történelmet és földrajzot, s ő vezette be a tanításba a térképpel való szemléltetést.

A fizikatörténet szempontjából azonban a legfontosabb Szilágyi Tönkö Márton (1642–1700) működése, akinek tollából az első teljes kartézianus filozófia és fizika 1678-ban nyomtatásban is megjelent. Ő került debreceni, majd hollandiai iskolázása befejezésével 1670-ben a harmadik, a keleti nyelvek és filozófia tanszékére.

Szilágyi Tönkö Márton könyvénel csak a sárospataki Pósházi János 'Philosophia Naturalis'-a régebbi (1667), bár az előbbi bizonyos szempontból „modernebb”. Címe magyar fordításban:

'Szilágyi Tönkö Mártonnak a híres debreceni iskolában a filozófia professzorának filozófiája, elsősorban a debreceni tanulók használatára alkalmazva'.

Ismételten hangsúlyozzuk, nagy jelentősége volt annak, hogy 1678-ban ez a könyv hivatalos tankönyv lett. A szerző meglehetősen független szellem lehetett, mert 1699-ben bevádolták az egyházkerületnél „mérgezős opiniói” miatt, a zsinat azonban felmentette, és professzorsága mellett haláláig püspök is volt.

Könyvének bevezetéséből némi fogalmat alkothatunk e „mérgezős opiniók”-ról. Leírja ebben, hogy nyolc éve tért haza Belgiumból (az a terület ma Hollandiához tartozik), azóta igazgatja az iskolát és arra törekszik, hogy az ifjúság elméjét „a természeti dolgokban az előítéletektől megtisztítsa”. Érdekes egyébként, hogy Descartes neve csak egyszer fordul elő az egész könyvben, ahol azt a kedvelt, alapjában még a görögöktől származó idézetet alkalmazza, amely szerint: „Bevallom, hogy nekem barátom Platón, barátom Arisztotelész, barátom Galilei, barátom Cartesius, de mégis felismerem, hogy legjobb barátomnak az igazságnak kell lennie”. Ez az idézet két szempontból érdekes. Egyrészt, mert – mint mondtuk – csak itt fordul elő Descartes neve. (Az ortodox reformátusok ugyanis Descartes filozófiájának ellenségei voltak, s Belgiumban éppúgy, mint hazánkban, azt hivatalosan elítélték. A tudósok azután úgy oldották meg a kérdést, hogy a 17. században filozófiáját és fizikáját nevének említése nélkül ismertették.) A másik érdekessége ennek az idézetnek, hogy egy olyan legenda forrásává lett, amely szerint Szilágyi lett volna Galilei első magyarországi híve.

Aki azonban a könyvet végigolvassa, látja, hogy a szerző Galileinek ellenfele és nem híve: Descartes mechanikája alapján cáfolja Galilei mozgástanát.

A könyv Descartes és Regius fizikáját követi – mint Apáczai – az örvényelméletet, Descartes mechanikáját és anyagfelfogását stb. ismerteti. Legenda tehát az a nézet is, hogy ő tanított volna elsőnek kísérleti fizikát Debrecenben, mert ez a könyv még teljesen spekulatív.

Kétségtelen azonban az is, hogy a szerző már szükségét érzi – annak ellenére, hogy filozófiájában osztja Descartes szélsőséges racionalizmusát – a fizika oktatásának

kísérletekkel való szemléltetésének fontosságát, legalábbis a mágnesség aránylag új területén. Ezzel kapcsolatban ezt írja: „Mi ezeket a tulajdonságokat tehát külön nem szemlélhettük, kivált azért, mert azok hitelét és szemléletét nyújtó módokban a mi nemzedékünkben mind az idők mostohasága, mind az emberek nemtörődömsége miatt (óh idők!, óh erkölcsök!) sajnálatosan szűkölködünk.” Különben itt történik Magyarországon először említés az elektromos jelenségekre.

1678-ban még nem volt mágnes és iránytű Debrecenben, de nem sokkal később, 1702-ben elkezdődtek az első szerény beszerzések. Szilágyi utóda, Huszthy Szabó István egy iránytűt és egy földgömböt vásárolt a Kollégium számára, de a fizikai szertár kialakulása csak a 18. század későbbi éveiben történik meg.

A fiatalon elhunyt, igen tehetséges Huszthy Szabó István (1671–1704?) különben még arról is nevezetes, hogy Halléban 1695-ben készült módszertani disszertációjának címében (talán először a magyar fizikai irodalomban) fordul elő a „kísérleti fizika” kifejezés, és ebben a munkában – az alapjában még kartéziánus beállítottság mellett – elsőnek olvashatjuk a fizikának (lényegében Galileitől származó) olyan definícióját, amely már elismeri a kísérleti módszer fontosságát: „A fizika a természeti dolgoknak és jelenségeknek a tudománya, a priori matematikai módszerrel bizonyítva, a posteriori azonban számtalan kísérlettel alátámasztva.”

Másik három, ugyancsak debreceni diákoktól a század végéről származó disszertáció szintén teljesen a tiszta kartéziánizmust tükrözi. (Ezek: Köleséri Sámuel fénytani és asztronómiai munkája és Király István, későbbi debreceni professzor értekezése a matematika hasznáról és fontosságáról.)

A legvilágosabban mutatja azonban a kartéziánus fizika egyeduralmát és az oktatás színvonalának igen nagyfokú emelkedését egy disszertáció, amely Debrecenben jelent meg 1702-ben. Úgy látszik ebben az időben itt is bevezették a külföldön szokásos disputációkat, de nyomtatott emlék csak ez az egy maradt fenn. Defendense és szerzője Csapó István győri származású debreceni diák, aki a bolygókról értekezik Descartes szellemében.

Érdekes, bár elmosódó, Vári Mihálynak (megh. 1723) a disputa elnökének alakja, aki ekkoriban nyilván (Huszthy után vagy vele együtt) a fizika professzora volt. Életéről keveset tudunk, csak annyit, hogy 1684/85-ben Leydenben tanult, majd rövid debreceni tanárkodás után Szatmárban volt lelkész. Egy filozófiai és ásványtani munkán kívül nagyon érdekes, magyar nyelvű, sajátos műfajú kis könyvet írt a villámcsapásról. A könyv megírására tragikus esemény készítette: 14 éves leánya villámcsapás áldozata lett, és ezzel kapcsolatban a szerző, miután leírja az eseményt, összefoglalja – elég korszerűen – az akkori meteorológiai ismereteket, de ezeket vallásos elméletek kíséretében adja elő.

A kartéziánus fizikával Debrecenben a spekulatív fizika nemcsak a tetőpontját, hanem a határait is eléri. Ami 1678-ban még modern volt, az a 18. században már maradi lesz. Valóban a következő korszak elejét – már csak történeti okokból is – átmenetileg a stagnálás, megtorpanás jellemzi Debrecenben.

A Rákóczi-felkelés bukása után a Habsburgok gyarmatosító és ellenreformációs törekvései szabad utat nyerne, és ezt elsősorban a protestáns iskolák szenvedik meg. III. Károly, majd Mária Terézia mindent elkövetnek, hogy az iskolák anyagi helyzetét megnehezítsék: betiltják a gyűjtéseket, a városi támogatást stb. A debreceni kollégium fenntartása is egyre nagyobb nehézségekkel jár.

Az anyagi nehézségek mellett azonban igen súlyosak azok az intézkedések, amelyek a felsőoktatás, s köztük a fizika létét veszélyeztetik. A fenyegetés kettős: miért kell a protestáns diákoknak külföldre menniük, ha itthon is tanulhatnak teológiát? Ha külföldön tanulnak, mi szükség van a felső tagozatra? Filozófiát, természettudományokat tanulhatnak Nagyszombatban is, katolikus professzoroktól.

Mondanunk sem kell, milyen következményekkel járt volna a magyar művelődésre nézve, ha ezek a fenyegetések teljes egészükben valóra válnak. A külföldi iskolázásra szükség volt,

hiszen másképpen hogyan biztosíthaták volna a tanári kar utánpótlását korszerűen képzett tanerőkkel. A 18. század elején Nagyszombatban még mindig sokkal alacsonyabb színvonalon állt a természettudományok oktatása, mint bármelyik protestáns iskolában. Ha az utóbbiakban megszűnik a fizika, megszűnt volna az a kétségtelenül fennálló egészséges versenyszellem, amely egyebek között a nagyszombati egyetem fizikaoktatásának reformját is létrehozta az 50-es, 60-as évektől kezdődően.

Az uralkodóháznak ezek a veszedelmes intézkedései megtörték a debreceniek régi jogaikhoz való makacs ragaszkodásán: a diákok továbbra is tanultak külföldön, bár igen nehezen kaptak útlevelet, és a felső tagozat működött az egész 18. század folyamán.

Annyi eredménye azonban mindenesetre volt ezeknek a nehézségeknek, hogy a 18. században nem jelenik meg Debrecenben egyetlen nyomtatott fizikai munka sem. A 17. század végének relatív gazdag irodalmához viszonyítva, itt elsősorban a kéziratok tanulmányozására vagyunk utalva, hogy adatokat szerezzünk a fizika oktatásáról.

A könyvek hiányának még egy közvetlen oka volt: a bécsi cenzúra szigorúan ellenőrizte nemcsak a nyomtatásban megjelent, hanem a külföldről érkezett könyveket is.

A kartézianizmus elsősorban Hollandiából, tehát a református iskolákban terjedt el. Christian Wolff pietizmusa elsősorban a lutheránusokra hatott, de akadtak követői Erdélyben és Debrecenben is. Wolff filozófiája idealista színezete mellett tipikusan a haladó polgárság filozófiája volt, és ezért tiltotta meg Mária Terézia 1763-ban a protestáns diákoknak a hallei egyetem látogatását.

A 18. század első évtizedeiben tehát a fizika oktatásának színvonala visszaesik. Az alsó tagozat minden reális ismeret nélkül latin iskola, míg a felső tagozaton Szilágyi Tönkö Márton immár elavult könyvét taníthatták. A negyedik tanszék felállítása csak akkor jelent valóban változást, amikor az oktatás irányítása ismét megfelelő egyéniség kezébe kerül.

Ez az egyéniség a sajnos olyan fiatalon elhunyt Maróthy György (1715–1744) lett.

Debrecenben tanult, de már 17 éves korában külföldre ment, és 23 éves korára megjárta Zürich, Bern, Bazel és Amszterdam egyetemeit, főiskoláit. Hazatérésekor átveszi a számtan, irodalom és történelem tanítását, és hat év alatt rendezi az iskola zilált oktatási viszonyait, de a felső tagozat reformjára már nem került sor. A fizikaoktatás szempontjából azonban nem volt közömbös, hogy a számtan, földrajz és asztronómia lényegesen nagyobb teret kapott az oktatásban, mint eddig. Igaz, hogy fizikatankönyvnek változatlanul Szilágyi Tönkö Márton könyvét ajánlja, de 1737-ben külföldön megveszi s'Gravesande könyvét, amely egyike a legelső kísérleti fizikáknak, és 'Opiniones' című munkájában sürgeti, hogy „szereztesse be filozófiai és matematikai instrumentumok”. Munkájában segíti tanártársa, piskárosi Szilágyi Márton, a teológia professzora, aki 1742-ig filozófiát is tanított. Az ő utódja piskárosi Szilágyi Sámuel, aki 1749-ig tanítja a teológia mellett a filozófiát, azután a tanszéket Hatvani István veszi át.

Ma már nem lehet egész pontosan megállapítani, hogy Hatvani előtt melyik évben melyik tanár tanított fizikát, de az újonnan, nagyrészt Jakucs István által feltárt kéziratok anyagából így állapíthatók meg ezek az adatok. A kéziratokból nemcsak az előadó tanár nevééről, hanem az oktatás tartalmáról is pontos felvilágosítást nyerhetünk. Ez utóbbi pedig azért fontos, mert ily módon megoldódik egy furcsa ellentmondás, amely a Kollégium történetének tanulmányozásával kapcsolatban azonnal szembetűnik.

Arról van szó, hogy Maróthy reformjai csak nehezen valósulnak meg. Az egymást követő tantervi vitákból az tűnik ki, hogy a leghaladóbb professzorok és a világi felügyeleti hatóság állandóan éles kritikával illetik a Debrecenben folyó oktatást, és a Kollégium leglelkesebb történetírói is elismerik e kritika jogosságát. Ha ilyen gyenge volt az oktatás színvonala, honnan származott a Kollégium országos, sőt az ország határain túl is elterjedő hírneve?

Ez a hírnév nyilván reális alapokon nyugodott. Az ország legkülönfélébb részeiből összesereglett diákság, s azok családja révén terjedt el. Az ok nyilvánvaló: az oktatás – most

elsősorban a felső tagozatra és azon belül a fizikára gondolunk – sokkal magasabb színvonalú lehetett, mint ahogy azt az alsó tagozattal szemben oly sűrűn hangoztatott kritika alapján gondolni lehetett. Itt ugyanis már igen lényeges szerepet játszik a személyi tényező, a professzor egyénisége. Egyébként ez is egyik oka volt a protestáns iskolák fölényének a jezsuita oktatási rendszerrel szemben, ahol a tanárok szinte évente változtatták a helyüket, de legalább is az oktatott tantárgyat. Más szóval: a tanterv – ha van ilyen – nem ad feltétlenül felvilágosítást az oktatás tartalmáról. Azt az előadó tanár egyéni képzettsége határozza meg.

Maróthi, piskárosi Szilágyi Márton, Szilágyi Sámuel, Hatvani István és Sárvári Pál nyilvánvalóan sokkal többet tettek a fizikai tudományok terjesztéséért, mint amennyit a nyomtatott emlékek róluk megőriztek.

A 18. századból a legrégebbnek látszik egy 1721-ből való csonka kézirat, amely csillagászatot és fénytant tartalmaz. 84 levélből áll. Az asztronómiát három részre osztja: sphaerica (gömbi), theorica (elméleti), chronologica (időrendi) csillagászatra.

A hiányos kéziratban a szerző Sturm, Luyts és Blaeu munkáira hivatkozik. Az egész asztronómiából mindössze az álló csillagok leírása maradt meg, így ebből nem alkothatunk véleményt a szerző természettudományos felfogásáról. Az idézett forrásmunkák a múlt századra utalnak. Sturm fizikája már akkor is elég elavult volt.

A csillagászat után következő optika tárgyalásmódja igazolja azt a 17. században szinte kivétel nélküli beosztást, amely még a 18. században is divatozik, hogy az optika a matematikának, helyesebben a geometriának a része, mivel elsősorban a perspektíva és nem annyira a fizika törvényei állnak az előtérben. Optica, catoptrica és dioptrica volt a geometriai fénytannak a legrégebb időktől (Héróntól, Euklidésztől és az araboktól) származó felosztása, ezzel találkozunk Alsted enciklopédiájában éppúgy, mint Descartes fizikájában vagy a 18. század egyetemi fizikatankönyveiben. Végeredményben a szokásos visszaverődés (catoptrica), törés (dioptrica) tárgyalásáról van szó. Itt csak az az érdekes, hogy a matematikában – de külön tantárgyaknak nevezve – foglalkoznak e kérdésekkel. Jegyzetünk szerzője, illetve az előadó professzor, megtartja a hagyományos felosztást, de már az egyes fejezeteknek a fizikai jelenségeket közelebbről leíró neveket ad: 1. „Phaenomena Radii Luminiosi directi” (az egyenes /közvetlen/ fénysugárra vonatkozó jelenségek); 2. „Phaenomena Radii Reflexi” (a visszavert fénysugárra vonatkozó jelenségek); 3. „Ph. R. Refracti” (megtört sugár).

A jegyzetben előadott anyag és másik két jegyzet egybevetéséből Jakucs István elég hihetően megállapítja, hogy a szerző, illetve előadó piskárosi Szilágyi Márton lehetett, az ő előadásairól van szó. Ez különösen azért jelentős, mert Segner János András is ebben az időben volt a debreceni kollégium növendéke. Az említett két másik jegyzet ugyanennek az előadásnak másolata 1721/22, illetve 1736-ból való, és a gondos másolás arra utal, hogy az előadást a diákok sokra becsülték.

A másik – Jakucs István által Szilágyi Mártonnak tulajdonított – jegyzet 710 lapra terjed. Az első 292 oldal filozófia (főleg ismeretelmélet), másolója vagy jegyzője Körösi Mihály, a Kollégium növendéke, aki e munkát 1721. december 18-án fejezte be.

Utána következik a 294. laptól 'Physica generalis', a 373. laptól a 'Physica specialis'.

A 'Physica generalis' – amely a 294–371. lapon van – lejegyzője ugyancsak Körösi, s 1722. január 29-én készült el vele. Mindössze három fejezetet tartalmaz: I. A test természetéről, II. A mozgásról és annak természetéről, III. A mozgás okairól.

A speciális fizika (a 373–653. lapokon) 1722. március 7-én készült el. Szerzőjének neve nem szerepel. Fejezetbeosztása nem áttekinthető, ezért csak a sorrend és tartalom jellemzésére felsoroljuk a címeket: A látható világról (ez valószínűleg főcím, azt követik a következő fejezetek). Az elemek eredetéről. A hidegről és melegekről. A fényről és a színekről. A látható világról. Az égről. Az örvényekről. Az égről és amik az égben vannak. Ptolemaiosz hipotéziséről. Kopernikusz hipotéziséről. Tycho hipotéziséről. Kopernikusz hipotéziséről.

(újra!). Álló csillagok. Nap. A bolygók általában. Különösen. Az üstökösök. A holdalatti világ (természetrész és kémia). Közbevetve: A testek nehézségéről.

A lényeges pontok vizsgálata azt mutatja, hogy kartézianus fizikáról van szó, ami nem meglepő, ha meggondoljuk, hogy még Maróthi is Szilágyi Tönkö könyvét ajánlotta fizika-tankönyvként.

A jegyzet vége tartalmazza az előbb tárgyalt R. 77. számú csillagászati jegyzet csillagászati és fénytani részét, még rajzai is ugyanazok. Tehát a feltevés, hogy Szilágyi Márton fizikáját tartalmazza mind a kettő, elég valószínű.

E megállapítás – mint mondtuk – nem közömbös, mert hozzájárulhat a Debrecenrel kapcsolatos ellentmondás – maradiság, mégis kiváló oktatás – feloldásához, mivel éppen piskárosi Szilágyi Mártonról Jakucs István kutatásáig semmiféle adatot nem tartottak nyilván tanári működésének dátumain kívül.

Az R. 282-es jegyzet az 1736-os dátumot viseli (tehát még Maróthi előtt készült). Leírta Szoboszlai István, 412+10 lap terjedelmű és a 'Tractatus de Physica Speciali' címet viseli. Csillagászaton kívül a négy elemet és a meteorokat (ebben az elektromosságot) tárgyalja, az előbbihez hasonlóan.

Ha az előbbi három jegyzetnél a szerző kiléte csak feltételezés alapján volt megállapítható, a következő, 1731-ből való kétségekívül Szilágyi Márton munkája, eredetileg latin nyelvű címlapja szerint: 'A metafizika és a fizika vázlata, René Descartes igen éles elméjű filozófus elvei szerint. Melyet Szilágyi Márton, e néven második, igen ékes szavú és igen híres férfiú a debreceniek igen virágzó iskolájában először a filozófiának, azután pedig haláláig a szent teológiának professzora a tisztultabb filozófiára vágyakozó ifjúságnak adott elő, és a maga használatára Karczagi Izsák debreceni togátus diák leírt.' Terjedelme 356 + 60 lap.

Ebből az utolsó 60 lap a fizika, amely csupán az ún. 'Physica generalis' első, még akkor szinte általánosan szokásos három fejezetét tartalmazza, a skolasztikánál megszokott tárgyalási móddal: A test természete, A mozgás természete, A mozgás okai.

Viszont kétségtelen, hogy ez is kartézianus fizika. Kísérleteket, rajzokat nem tartalmaz, tehát nem jelent haladást Szilágyi Tönkö Márton könyvéhez és az előbb tárgyalt jegyzetekhez képest.

Ezek alapján jogosnak látszik Maróthinak az a követelése, hogy a kéziratok helyett „Sylvanus” könyve maradjon meg a fizikában, hiszen a legszebben megírt jegyzet sem lehet olyan pontos, mint egy jól megírt könyv. Megállapítható az is, hogy ugyanebben az időben ifj. Csécsi István előadásai és tanításai talán valamivel magasabb színvonalat valósítottak meg Sárospatakon, mint amit e jegyzetek tükröznek, úgyhogy reformokra, kísérleti eszközökre bizony nagy szükség volt.

Az is kétségtelen azonban, hogy a debreceni felsőbb oktatásban elég nagy hely jutott már a 18. század elején is a filozófián belül a fizikának és az asztronómiának, mindenesetre nagyobb, mint ahogy a Debrecen történetéjére vonatkozó igen terjedelmes irodalomból kitűnik; valószínűleg azért, mert Debrecen történetének kutatói eddig aránylag kevésbé érdeklődtek a fizikaoktatás múltja iránt.

Maróthinak csak két földrajzi jegyzete maradt fenn (1742 előttről, illetve 1744-ből). Ezek mindegyike tartalmaz némi csillagászati ismeretet is (astrognosia).

Maróthi azonban – sőt közvetlen utóda, Szilágyi Sámuel, aki 1744-től, Maróthi halálától Hatvani kinevezéséig mint helyettes tanár látta el a filozófia tanszéket – sokkal többet taníthatott csillagászatból, mint amennyit a fenti két jegyzetben közölt néhány oldal elárul. Erre utal a debreceni kollégium kétségekívül legérdekesebb és legértékesebb kézírata. Ebben feltétlenül egyet kell értenünk Jakucs Istvánnal, különösen, ha meggondoljuk, hogy a jegyzet magyar nyelvű. 1767-ben készült, szerzője Ujfalusi Ferenc, aki 1744-ben Nagykőrösről jött Debrecenbe, ahol 1751-ben mint ún. „Collega” (az egyszerű tanítónál magasabb fokozat)

működött, majd Szikszón és Halason volt tanító. Külföldi egyetemekre is járt, végül Esztáron, Szekszárdon és Sárádon (a jegyzet írásakor is) volt lelkész. 1773-ban Péterszegen halt meg.

Műfajilag ez a kézirat rendkívül érdekes. Sárvári Pál őrizte meg az utókornak a mintegy 400 lapot kitevő szép, színes képekkel díszített munkát. Tartalmilag egyaránt fényt vet mind a Debrecenben folyó természettudományos oktatásra, mind a szerző egyéniségére, aki úgy látszik tudományokkal saját gyönyörűségére foglalkozott, és sárándi lelkészkedése alatt leírta mindazt, amit Debrecenben, külföldön, majd idehaza saját szorgalmából megtanult.

Címlapját is valószínűleg Sárvári fogalmazta: 'Ujfalusi Ferenc. Szám- és tértant s az alkalmazott mértan minden ágait magába foglaló Magyar Kézirat, számos színezett ábrával. Bevégezetlen nagy mű, latin praefatióval. 1767. Sáránd' (Paul Sárvári).

A jegyzet három fő részből áll. Az első 144 lap matematika, a 144–350. a fizika, a 351–403. pedig építészet, ez utóbbi magyar nyelven nyilván a legelső.

Ujfalusi szívesen emlékszik vissza Debrecenre, ahol úgy látszik nemcsak a matematikát, hanem a csillagászatot is nagyon megszerette, legalábbis nagy lelkesedéssel nyilatkozott róla. A 258. lapon az asztronómiáról szóló rész bevezetésében a következőket olvashatjuk:

„Én is mikor Istennek ezen Nagyságos dolgainak esmeretére vezető uton Deákkoromban, Tiszt. T. Szilágyi Sámuel akkor Astronomiae Professor Uram által a ki most meg ezen magasságnak tudományánál is felljebb való dolgoknak Tanítója (ti. a teológiának) nagy kedvvel hordoztattam: szívem az astronomiához mintegy exstacice maga ragaszkodván: mind attul az időtül... mint a mi kenyerünket úgy szerettem... Nem is azért irom, ez oskolai cathedraban menendő Systema legyen, hanem hogy az írásban való gyakorlás által mégis nagyobb előmenetelt vehessek benne és a melly keveset tudok, ha felejttem is, legyen Papiroson a magam nyelvén feljegyezve. Hires Maróthi György Observatoriumjára, meg mikor a naturalis scientiákat kezdetem tanulni, mindjárt igyekeztem vigyázni ahol az égnek csillagait, forgását tanította; de megholt ez és reménységem is meghót, hogy nem irhattam le, amiket tanított. De akkor az astronomiában való reménységem hamar feltámadott, mert T. Maróti Uram élete T. Szilágyi Sámuel Uramb. ismét felelevenedett... Ettül valamit láttam, hallottam, időm nem lévén reá, le nem irhattam, most már amit azulta, mikor oda fel voltam Akadémiába és itthon azulta privata lectióban szerzettem, annak Sceletona ez magyarul, magamért, nem másért.”

A jegyzet fizikai része a 145. lapon kezdődik „Az Opticarul” című fejezettel, bár már a matematikai rész 41–42. lapján is volt néhány geometriai optikai utalás. Mint a fenti idézetből is kitetszhetett, a műszavak többségét latinul, sőt latin helyesírással és ragozással használja. Ilyesmivel találkozunk a múlt században is (Komáromi Csipkés György, Frölich Dávid stb.), de fogunk találkozni még a jövőben is. Pl. „Az árnyék [Umbra] a világosságtul megfosztatott Spatium [tér] honnan az opacum corpus [át nem látszó test] elfogja a világosság sugarait, midőn nem a corpus lucidum [világító test] felől vagy.” Az árnyék elég sokat foglalkoztatja, és szép építészeti rajzokkal illusztrálja mondanivalóját.

Elméleti kérdésekkel nemigen foglalkozik, fényelméletet is hiába keresünk. A 151. lapon már a mechanikai fogalmak definíciói következnek; az elméleti megállapításokat itt is a minimumra korlátozza: mozgás, nyugalom, súlypont (A Gravitások Centrumáru), és azután áttér gyakorlati kérdésekre: libella használata, magasságmérés, lejtő, egyensúly, Simplex Machinák [egyszerű gépek].

A gépek, fogaskerekek és mindenféle ügyes szerkezetek leírását különösen vonzóvá teszik a színes ábrák.

A mechanikáról mondottak vonatkoznak a hidrosztatikára és az ún. hidraulikára (a vízi berendezések tanát nevezték akkoriban így). Általában a korabeli fizikáknak a statika mellett ezek a legkidolgozottabb fejezetei. Itt is nagyon szép illusztrációkat találunk. Látunk légszivattyút, amelyet „levegő eget kiszívó eszköz”-nek nevez. Itt úgy látszik mégis rászánta magát egy magyar kifejezés alkotására.

Az elektromosságból csak Guericke elektromos gépének képét közli angol aláírással: The electric machine; Newcomen gőzgépének képéhez szintén angol szöveget mellékel. Összefoglalva azt lehet megállapítani, hogy Ujfalusi már korszerű fizikát írt le, illetve a korszerű fizikának a gyakorlathoz legközelebb álló fejezeteit. A spekulációt, elméletet mindenütt kerüli, és szinte magától értetődőnek írja és rajzolja le a kísérleteket. Hogy ebből mennyi Debrecen hatása, mennyi önálló tanulmányainak eredménye, azt ma már megállapítani nem lehet. Mindenesetre nem valószínű, hogy debreceni tanulmányai ellenére fordult volna figyelme az experimentális fizika felé.

Igaz, hogy Szilágyi Márton fizikai jegyzeteiben ilyesminek nem sok nyomát láttuk, de – mint Jakucs István rámutat – 1754-ig még Debrecenben volt, tehát tanártársa volt Hatvaninak is. Igaz, hogy a leggondosabb kutatással sem volt megállapítható Hatvanira való hivatkozás a kéziratokban, viszont az is tény, hogy építészetet elsőnek Hatvani tanított, talán nemcsak Debrecenben, hanem Magyarországon is.

Az Ujfalusi jegyzetben Szilágyi Sámuelre vonatkozó megjegyzés azért fontos, mert tőle nem maradt fenn kézirat, de Ujfalusi lelkesedését egybevetve Hatvani István önéletrajzának azzal az adatával, hogy Szilágyi Sámuelnél már kísérleti fizikát hallgatott, valószínű, hogy Debrecenben az ő elődje, piskárosi Szilágyi Márton adott elő utoljára tisztán kartéziánus, spekulatív fizikát.

Sajnos nem maradt fenn fizikai tárgyú kézírata Hatvani Istvánnak sem, aki a Kollégiumnak 37 esztendőn keresztül volt nagyra becsült országos hírű professzora. Nyomatott művei közül néhány kisebb teológiai és politikai értekezés, valamint orvosi disszertációja mellett két nagyobb terjedelműt, egy kémiait és egy filozófiáit találunk. Hatvani mégis úgy él a köztudatban, mint fizikus, aki nemcsak a debreceni kollégiumnak, hanem az egész magyarországi fizikának egyik legkiemelkedőbb és legjellegzetesebb alakja.

Hatvani Istvánról, a professzorról elég sokat tudunk: rendelkezésünkre áll két magyar és latin nyelvű életrajztöredéke, a Kollégium levéltárának anyaga és az említett nyomatott művek, sőt egy kézírattöredék is előkerült, amely azonban szintén nem tartalmaz fizikát.

A köztudatban élő Hatvani hírneve sem egyértelműen pozitív. Az „ördögös”, „ördöggel cimboráló” professzor, aki megihlette Jókait és Arany Jánost is, a „magyar Faust” figurájában csak kevés szerepet játszik az, hogy az úttörő kísérleti fizikusok a nagy többség számára még érthetetlen és csodálatosnak tűnő kémiai és fizikai kísérletek miatt jutnak a varázsló hírnévhez. Példa erre sok van a fizika történetében: Albertus Magnus vagy della Porta (aki a kísérleti fizikát „mágia experimentális”-nak nevezte el); Magyarországon Bisterfeld gyulafehérvári, Simándi István sárospataki tanárnak (aki valóban az első magyarországi kísérleti fizikus volt) volt ilyen híre. Hatvani esetében azonban politikai ellenfeleinek rosszindulatú, szándékos és céltudatos törekvései hozták létre ezt a hírnevet. Ezekről nagyrészt már a 19. században kiderítették: a Hatvaniról szóló történetekben nincs semmi eredeti, egyszerűen babonás népmesék hőségévé tették meg. Révész Imre kutatásai teljes fényt derítettek a Hatvani körüli, még fennmaradt homályra.²

Hatvani István (1715–1786) Rimaszombatban született, itt, majd Losoncon, Kecskeméten és Komáromban, végül Debrecenben tanult 1741–1745-ig. 1746-ban indult el külföldi tanulmányúttjára, amelynek fontosabb állomásai Bázél, Zürich, Utrecht, Leyden voltak. Bázélben szerezte meg a teológiai és orvosdoktori címet.

Külföldi tanulmányútja két szempontból fontos. Itt vetette meg óriási természettudományos műveltségének, valamint hírnevének alapját, a Bernoulliakat, Musschenbroek-ot és kora más híres professzorait hallgatta, sőt velük szorosabb barátságba is került. Művei a svájci Museum Helveticumban jelentek meg, és hazatérése előtt több meghívást is kapott Heidelbergbe, Marburgba, Hollandiába. Ő azonban úgy érezte, hazahívja

² Révész Imre: Bécs Debrecen ellen. Bp., 1966.

a kötelesség, hiszen külföldi tanulmányútját éppen a debreceniek tették lehetővé és „mert – írja egyik levelében – jobban szeretem gyászos helyzetben levő egyházunkat és a csekély jövedelmű tanári hivatalt hazánkban, mint Hollandia virágzó szabadságát és tanári fizetését”.

1749-ben tért haza, és 37 évig töltötte be a filozófiai tanszéket. 1752–1757-ből való latin nyelvű önéletrajz-töredékéből megtudjuk, hogy a filozófiát hároméves ciklusokban adta elő. Ebben egész határozottan írja, hogy e három éven belül hatodiknak került sorra a kísérleti fizika, amely azonban – amint az akkoriban szokás volt – a kémia, botanika, orvosi fiziológia, földrajz és csillagászat elemeit is magában foglalta. Le is írta az előadásai szövegét, az ún. generális fizikából ez 16 ívet, a kísérletiből 76-ot tett ki.

Itt szerepel azután egy olyan megjegyzés, amely az előadások kísérleti jellegét kétségtelenné teszi. „A téli időszakban azonban a hideg előadóteremben a kísérleteket nem lehetett bemutatni.” Az is bizonyos, hogy a Hatvani által előadott fizika már nem kartéziánus; Winkler és Musschenbroek könyvei alapján tanított. Az is bizonyos, hogy ő adott elő először kémiát Magyarországon.

Hatvani tanári működése nem volt végig zavartalan. Állandóan bántotta, hogy kísérleti eszközök beszerzésére nem áll rendelkezésre elég pénz, és a 70-es évektől meginduló reformtörekvések során 1781-ben úgy érezte, hogy igazságtalanul akarják rákényszeríteni, hogy előadásain változtasson. Le is akart mondani állásáról.

Hatvani e magatartása mögött a 18. század második felének az a politikai harca áll, amely Debrecenben az ún. világi és egyházi párt között zajlott. A világi párt vezetője Domokos Márton főbíró, majd annak fia Lajos, míg az egyházié Sinai Miklós volt. Hatvani az utóbbihoz csatlakozott.

Túlságosan messzire vezetne e harc összes elemét megvizsgálni, csupán azt tartjuk valószínűnek, hogy a szakmai kérdésekben Hatvani oldalán volt az igazság. Úgy értjük, hogy reformokra igen nagy szükség volt, de kevésbé Hatvani előadásainak megreformálására. Abban is Hatvaninak volt igaza, hogy nem volt helyes a matematikai és fizikai előadásokat a téli hónapok kora reggeli óráira tenni, amikor gyertyafénynél nem lehetett a táblát látni, és nem lehetett kísérleteket bemutatni. Valószínűnek látszik ezen kívül, hogy tartalmilag sem lehettek Hatvani előadásai elmaradottak.

Erről filozófia könyvének részletesebb vizsgálata győz meg. Ez a könyv nemcsak Hatvani munkásságának, hanem az egész 18. századi magyarországi tudományos irodalomnak egyik legértékesebb és kevésbé méltatott darabja. 1757-ben jelent meg, címe magyar fordításban: 'A szilárdabb filozófiai alapelvei'. Jelentőségét nem a filozófiai tartalma adja: ebben Hatvani a korban eléggé tipikus wolffianus racionalizmus hívének mutatkozik, amely elég erős vallásosságával színezett dualizmussal párosul. Kétségtelen azonban, hogy Wolff filozófiáját sem fogadja el kritika nélkül, és bár – mint írja a bevezetőben – „a naturalizmus és ateizmus ellen” kíván harcolni, kora szélsőséges idealista irányzatait elítéli.

Ebben a könyvben találjuk meg először Magyarországon a valószínűség-számítás és a politikai aritmetika elemeit, amint azt Horváth Róbert részletes kutatásai megmutatták; a fizikus pedig a sűrűn alkalmazott fizikai példákon keresztül megállapíthatja, hogy Hatvani 1757-ben a legkorszerűbb fizikát ismerte. Newton feltétlen követője. Ugyanebben az évben Nagyszombatban éppen csak kezdenek megjelenni az első olyan fizika tankönyvek, amelyekben már nagy haladás az, hogy a skolasztikus fizikát egy kartéziánus színezetűvel váltják fel. Amit Hatvani képzettségére, nézeteire vonatkozóan ebből a könyvből meg tudunk állapítani, az azt mutatja, hogy fizikai előadásai 1781-ben sem lehettek még elavultak, pedig joggal feltételezhetjük, hogy azokat állandóan fejlesztette és az újabb eredmények ismertetésével gazdagította. Erre mutat többek között az az adat, hogy 1776-ban egy elektromos géppel együtt egy elektrofort is vásárolt (ezt Volta 1775-ben találta fel). Azt is elérte, hogy az ifjú Kabai Mihályt a Kollégium külföldre küldje, hogy a mechanikusi mesterséget kitanulja. Ez szinte egyedülálló jelenség volt abban a korban. Egyébként Kabai

Hatvaninak már nem dolgozott, de neves utóda, Sárvári professzorsága alatt több eszközt készített és javított.

Bizonyos, hogy Hatvani István rendkívüli tehetségű, kiváló tanár és orvos volt, és csak sajnálni lehet, hogy fizikusi működéséről több adattal nem rendelkezünk.

Arany János

HATVANI

Népmonda után

*Kitelt az év, a perc lejára,
Hogy Debrecen híres tanára,
Mint vérrel esküvé egy rossz nap,
Átadja székét – a Gonosznak*

*Az ifjuság tömöttebb rendben
Gyül össze a hallóteremben,
Meghatva titkos borzalomtól,
Midőn az éji óra kondul.*

*Nincs semmi nesz. Hallgatva várnak.
Jöttére a tudós tanárnak,
Ki a fekete könyvben olvas,
S korán arannyá válik a vas.*

(...)

*És mind magasbra szárnyal a szó,
Üvölt a discant, bűg a basso,
Mikéntha Luther lelke szólna:
„Ha e világ mind ördög volna!”*

*Egy pillanat... kénköszag érzik,
Hová lett a kísértő? nézik:
Hült helye a tanári széken,
Maga? ... tán már pokolfenéken.*

*De a tanár jó, a valódi,
(Többé vele nem bir Asmódi)
S mi a természet zára, nyitja?
Isten-dicsőségül tanítja. –*

(1855 ápr.)

Hatvani utódja veje, Milesz József volt, majd 1792-től Sárvári Pál követte a fizikai tanszéken. A fizika tanszéke 1798-ban vált el a filozófiától.

Sárvári Pál (1765–1846) is még a Hatvanihoz hasonló polihisztor típus. 44 évig tanított a Kollégiumban. Nyomtatásban neki sem jelent meg fizikai munkája, pedig több határozat szerint neki kellett volna a Kollégium számára matematika- és fizikakönyveket írnia. Igen sok fizikai tárgyú kézírata volt, de ezek egy része 1802-ben egy tűzvész alkalmával elpusztult. Amelyek fennmaradtak, abból arra következtethetünk, hogy előadásában Kästner és részben a pesti egyetem tanárának, Horváth Jánosnak a munkáit használta vezérfonalul. A kéziratok között már magyar nyelvűek is vannak.

Találunk magyar nyelvű fizikajegyzetet Kerekes Ferenc kézíratai között is, ő volt az utolsó professzor a tárgyalt korszakban. Kerekes elsősorban mint matematikus és kémikus játszik fontos szerepet a magyarországi tudománytörténetben, de fizikai előadásait is igen színvonalasaknak ismerjük meg e jegyzetanyagból.³

Az oktatás történetének lényeges mozzanata még a szemléltetés. A kísérletek bemutatása nehezen vonult be az oktatásba. Ennek elvi és gyakorlati oka van. Amíg a kartézianus fizika egyeduralma tart, addig a fizika tipikusan az „elméleti filozófia” része. Csak Tőke István próbálja meg Nagyenyeden a kartézianus fizikát kísérletekkel szemléltetni, de ilyen jellegű könyve inkább tekinthető tudománytörténeti kuriózumnak, mint módszertanilag jól sikerült munkának.

Amikor az elvi akadály kezd elhárulni, fellépnek a gyakorlati, anyagi nehézségek. Pénz, s egyes mechanikusok hiánya. Kedvezőbb az eset, ha maga a fizika professzora rendelkezik mechanikai ügyességgel.

A sárospataki – és valószínűleg a nagyenyedi – szertár mellett a debreceni tekinthet vissza a legrégebb múltra. A nagyszombatról csak 1777-ből vannak adataink. A szertár akkor is elég szegényes volt, és a korai eszközök beszerzése az 50-es, 60-as évekre tehető.

Debrecenben, mint már említettük, az első eszközöket 1702-ben vásárolták, de ez még nem volt „szertár”. Sárospatak, ahol Simándi István 1709-ben vásárolta meg az első eszközöket, kétségtelenül jogosan formál igényt arra, hogy ott volt az első fizikai szertár. Igaz, hogy ott több is maradt meg a legrégebbiekből, mert 1802-ben Debrecenben a szertár nagy része elégett. Leltár is csak 1840-ben készült, de ez az egyes tárgyak beszerzési évét nem mindenütt tünteti fel. Mindenesetre elég sok régi eszközt sikerült identifikálni és ezek ma a Nagykönyvtárban összegyűjtve láthatók.

A 18. század elején beszerzettek egy része már az 1705–1707-es viszontagságos időkben elpusztult. Maróthi vásárolt 1741-ben több tartozékkal együtt egy légszivattyút, amely ma is megvan. Ez azt is mutatja, hogy legalább a légnyomás fizikájának tanítása kísérletekkel folyt.⁴

Külön költségvetés azonban ilyesféle célokra nem volt, rendszerint valamilyen nagylelkű adományozás segítette hozzá a Kollégiumot egy-egy eszköz megvásárlásához. A fent említett légszivattyú és többi berendezés árához pl. Hódosy János adott 100 ft-ot. A fizikai felszerelés állapotára jellemző adat Hatvani István professzor 1782. december 21-én kelt, Rhédey Ferenc főkurátorhoz intézett levele, melyben a következőket írja:

„Ámbár a múlt esztendő végén a V. Deputaciónnak declaráltam, hogy a Physikához tartozó instrumentumok majd mind elomlottak és e defectus miatt ezt a disciplinát, sőt másokat is, tanítani nem lehet: mégsem vétetődött legkisebb Instrumentum is. (...) Jóllehet Bécsben kétszer is megfordultam, sőt majd két hétig laktam s jó módon lett vala benne, hogy mind a Physikához, Mathesishez s Astronomiához megkívántató szükséges eszközöket a Mesteremberekkel készíttessenek, maga P. Hell⁵ is ajánlván nékem ott abbéli szolgálatját: mégis senki énnem a dolog felől sem nem írt, sem nem szólott.”

³ Mint érdekességet említjük meg, hogy Eötvös Loránd előadásainak két litografált jegyzete is megvan a könyvtárban, egyiket Kaszás Ferenc írta le, a másik leírója ismeretlen.

⁴ További adatok: Maróthi György fizikai műszereit könyveivel együtt a Kollégium az örökösöktől megveszi; majd „Hatvani István vesz egy electrica machinát Bécsben 14 ft 40 krért”.

⁵ Hell Miksa, Bécsben élt híres magyar csillagász, jezsuita.

Konkrét adat egészen 1840-ig az eddig említetteken kívül alig van. Az ekkor Sárvári nyugalomba vonulásakor készült leltárból arra lehet következtetni, hogy a szertár alapfelszerelése a néhány régi megmaradt eszközt leszámítva, szinte kizárólag Sárvári Pálnak köszönhető. A leltár 10 csoportba sorolja az eszközöket:

- I. Geometriára tartozik (23 db)
- II. Staticára és mechanikára és mozgására, Aerostat. s. Pneumat. tartozók (29 db)
- III. A levegő nyugvására és mozgására, Aerostat. s. Pneumat. tartozók (29 db)
- IV. Különféle, leginkább chemicumok (8 db)
- V. Electricitásra és mágnesre tartozók (29 db)
- VI. Astronomiára tartozók (18 db)
- VII. Elegyek, hydrostaticára és csillagok tudományára tartozók (75 db, többnyire optikai eszközök)
- VIII. Némely ásványdarabok
- IX. Különfélék (6 db optikai és elektrosztatikai eszköz)
- X. Különbféle természeti vagy mesterségi ritkaságok (koponyák, kitömött állatok, régiségtárgyak).

Abban az időben a debreceni szertár egyike volt a leggazdagabbaknak az országban, amint azt Jakucs István az összes iskolák szertárának áttanulmányozása során megállapította.

Még néhány szót a könyvtárról és tankönyvekről. Maróthi idejében még kevés volt a könyv, a diákok jegyzetelésre voltak utalva. Maróthi könyvtárának megvásárlása után javul a helyzet, és Hatvani is megveszi Musschenbroek egyik könyvét (amely Hatvani saját megjegyzéseivel máig megvan a könyvtárban.)

Mindenesetre fontos körülmény, hogy Debrecenben van talán a leggazdagabb anyag 17. és 18. századi külföldi és hazai fizikakönyvekből. A 17. századból van néhány értékes régi könyv, Descartes és Regius összes művei, a 18. században az oktatásban használt Ode, Winkler, s'Gravesande, Musschenbroek munkái. De a magyarországi szerzőktől megjelent tankönyvek is szinte hiánytalanul megvannak, úgyhogy ezekből nemcsak a debreceni, hanem az egész magyarországi fizikaoktatás rekonstruálható.