

Megemlékezés

EÖTVÖS LORÁNDRÓL – EÖTVÖS LORÁNDTÓL ABOUT LORÁND EÖTVÖS – FROM LORÁND EÖTVÖS

Szabados László

az MTA doktora, kutató professor emeritus, MTA CSFK CSI
szabados@konkoly.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A báró Eötvös Loránd halálának centenáriuma alkalmából közölt írás tisztelgés a világhírű magyar tudós és közéleti személyiség tevékenysége és emléke előtt.

ABSTRACT

This article is a tribute to the activity and memory of the worldwide renowned Hungarian scientist and notability, Baron Loránd Eötvös.

Kulcsszavak: Eötvös Loránd, tudománytörténet, művelődéstörténet, felületi feszültség, gravitáció, torziós inga

Keywords: Loránd Eötvös, science history, cultural history, surface tension, gravity, torsion balance

A méltán világhírű magyar tudósok közé tartozó Eötvös Loránd halálának 100. évfordulójáról az UNESCO is megemlékezik a 2019-es Eötvös-év során. Ám báró Eötvös Loránd tevékenységének csupán egy része volt a kutatás. Ő mintha „több ember ötvözete” lett volna: kutatási eredményei alapján *fizikusként* és *geofizikusként* egyaránt számontartják, egyszersmind nagy hatású *tanár* is, mindmáig hat *tudománypolitikai* és *művelődéspolitikai* munkássága, és ő tekinthető az intézményes *turizmus* hazai megalapítójának is. Szerteágazó életművének áttekintése egy rövid megemlékezésben lehetetlen, ezért csak néhány mozzanatra, illetve munkásságának hatására térünk ki.

Az kétségtelen, hogy Eötvös Loránd tevékenysége kibontakozásához nagyon is kedveztek a körülmények. Apja báró Eötvös József író és kultuszminiszter volt,

keresztapja pedig Trefort Ágoston, anyai nagybátyja, aki apja után másfél évtizedig töltötte be a vallás- és közoktatásügyi miniszteri pozíciót. Sok más jó módú arisztokrata fiattól eltérően azonban Eötvös Loránd maradandó értékek létrehozására törekedett, és ez sikerült is neki. Bár atyja kívánságára jogi tanulmányokba kezdett, a lelke mélyén inkább a természettudományok érdekelték. Ezért Than Károly, a neves kémikus javaslatára a heidelbergi egyetemen folytatta tanulmányait, ahol többek között Robert Bunsen, Hermann Ludwig von Helmholtz és Gustav Kirchhoff is oktatta. 1870-ben sikeresen doktorált természettanból (főtárgy), illetve matematikából és kémiából (melléktárgyak). 1871-ben már a felsőbb természettan helyettes oktatója a pesti egyetemen, egy évre rá pedig az elméleti fizika tanszék nyilvános rendes tanára. Még nem töltötte be a huszonötödik életévét, amikor a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) a levelező tagjai közé választotta. Ő maga is tisztában volt azzal, hogy ez nem az addigi teljesítményének elismerése volt, hanem inkább az Eötvös név következménye, ezért hét éven át halogatta székfoglalója megtartását. Így beszélt erről 1880-as levelező tagi székfoglalójában:

„Ifjan, komoly akarattal, de személyes érdem nélkül törekedtem hazánk tudományos munkásságának terére lépni, s előttem minden ajtó, mintegy varázsszóra megnyílt, mindenütt baráti karokra találtam, melyek első lépéseim támogatására ajánlkoztak. A szó, melynek ezt köszönhetem, boldogult atyám neve volt, e név, mely legnagyobb öröklött kincsem, s mely folyton arra int, hogy reá munka által érdemessé váljak.

Soha máskor nem éreztem ezt annyira, mint mikor a t. Akadémia III. osztálya levelező tagjául választott. E kitüntetést megérdemelni, arra magamat méltónak mutatni életem egyik legfőbb törekvése lesz.”

1874-től az elméleti fizika mellett kísérleti fizikából is tartott előadásokat Jedlik Ányos mellett. A Jedlik mellett töltött évek során Eötvös felismerte a kísérletezés fontosságát. Amikor pedig Jedlik hetvennyolc évesen nyugalomba vonult, 1878-ban Eötvös került a helyére a természettani tanszék rendes tanáráként.

1883-ban választották az MTA rendes tagjává. Újabb székfoglaló előadását a folyadékok felületi feszültségével kapcsolatos kutatási eredményeiről tartotta. Ekkor már az ő elképzeléseinek, javaslatainak figyelembevételével készült az egyetem Fizikai Intézetének épülete a mai Puskin utcában.

1888-ban kezdte meg a később világhírt eredményező gravitációs méréseit. Tudományos munkásságát és annak hatását később részletezzük.

1889-ben – negyvenegy éves korában – az MTA elnökének választották. Az ekkor már több mint fél évszázados múltú Akadémián ő volt az első elnök, aki valóban tudománnyal foglalkozott. Ráadásul a főtárgyválasztott Szily Kálmán szintén tudós volt. Eötvös Loránd kivételesen hosszú, tizenhat éven át tartó elnöki megbízatása alatt arra vállalkozott, hogy fokozza az MTA szerepét a tudományban, aktivizálja a tudomány művelőit, és növelje az Akadémia tekintélyét. Mindezek

érdekében szervezeti változtatásokat is sikerült véghezvinnie: az Akadémia három osztályán (nyelv- és széptudományi, bölcseleti; társadalom- és történettudományi; matematikai és természettudományi) belül két-két alosztály létesült, megalakultak az egyes diszciplínákat képviselő tudományos bizottságok, és az ő elnöksége idején alapították meg a nemzetközileg is nagy presztízsű Bolyai-jutalmat.

Íme, néhány idézet Eötvös Lorándnak, az MTA elnökeként mondott beszédeiből:

„Irodalom és tudomány, mindketten eszményi törekvéseknek, a szép és igaz szeretetének gyermekei. Az akadémiák feladata örködni, hogy az egyik, mint a másik a mindennapi élet szükségletének színvonalán felülemelkedjék; az irodalom ne legyen csupán hírlapirodalom, közönséges regénytár és iskolakönyvek gyűjteménye; a tudomány ne csupán a közvetlen hasznot hajtó kérdésekkel foglalkozzék. [...]

Nálunk a legtöbben elismerik az irodalom e magasabb céljainak jogosultságát, de bizony sokan hamisan ítélnék a tudomány fennkölt feladatairól. A magyar nyelv, magyar irodalom, magyar történet nemzeti szempontból kedveltek, ami rendjén is van, a természettudományok elég népszerűségnek örvendenek, mert alkalmazásaik hasznos voltát mindenki belátja, a többi tudományokról azonban sokan azt tartják, hogy azok, mint hasznot nem hajtók, csak a szobatudósok kellemes időtöltésére valók. Pedig nemzeti felvirágzásunkat alig fenyegeti nagyobb veszély, mint ha a tudományok értékét aszerint latolgatjuk, amint azok egy vagy más mellékcél elérésére szolgálatot tesznek; mert amint igaz az, hogy a tudomány hatalom, mely nélkül Európában ma egy nemzet sem élhet, úgy bizonyos az is, hogy a tudományban haladni csak az tud, ki az igazságot magáért az igazságért és nem mellékérdemből keresi.”

„Tudomány és gyakorlat, mindkettő az emberiség jólétének emelésére szolgál, de míg a gyakorlat, közvetlenül az életre hatván, a nagyvilágban él, és jutalmát ott megtalálhatja, addig a tudomány elvont feladataival csak a szakemberek kis köreiből fejlődhet, s kevés igaz barát támogatására szorul. A tudomány pártfogói között az elsők az akadémiák.

A mi Akadémiánknak is megvan ez a hivatása. Találja meg körünkben ott-honát mindaz a magyar ember, kit inkább lelkesít az eszmény, mint az anyagi érdek, s ki nem a pillanat igényeinek, hanem a jövő haladásának előmozdításán dolgozik!” (1890)

„Annak, aki küzdelemre s a küzdelemben diadalra készül, meg kell ismerkednie vetélytársainak minden fegyvereivel, s törekednie kell arra, hogy biztos állást foglaljon el a küzdelem terén. A tudományok világában ez a küzdőtér nem egy, hanem valamennyi nemzetnek közös földje, amelyen annak szíve dönt, aki az alkotásaival szebbé tudja tenni.” (1895)

„Az államok egyes tudományok kérdéseinek megoldására önálló, gazdagon fölszerelt intézeteket állítanak, és pedig nemcsak a gyakorlati értékesítés céljából, hanem magának a tudománynak érdekében. Nem erről tesznek-e fényes tanúságot például a párizsi Bureau des poids et mesures és a potsdami Physikalische

Akadémiai vezetői feladatai és egyetemi oktatói munkája mellett más tevékenységeket is végzett. Az ő kezdeményezésére alakult meg 1891 novemberében a Matematikai és Fizikai Társulat, és annak folyóiratát is ő indította meg *Mathematikai és Fizikai Lapok* címmel. Ő töltötte be az 1891/1892-es tanévben a Budapesti Királyi Magyar Tudományegyetem rektori tisztét. (A rektori poszton akkoriban évente cserélődtek a professzorok.) Rektori székfoglaló beszédéből idézzük az alábbi gondolatsort:

„A tudomány hatalmát elismeri ma minden művelt ember; igazságait törvényekül tanácsait parancsként fogadja az egyes úgy, mint maga az állam. Nem volt ez mindig így. Csak századokon át folytatott kitartó munka árán, majd támogatva az állam és az egyház hatalmától, majd küzdve e hatalmak ellen, vált ez a nézet az emberiség általános meggyőződésévé. Aki elmondaná, hogyan történt ez, az az egyetemek történetét mondaná el, mert ez új hatalomnak elismerése az egyetemek keletkezésében kapott először külső látható formát, s a tudomány, ha nem is kizárólag az egyetemek gondozásával nőtt fel és erősödött, bizonyára révökön terjedt el az egész világban. [...]

Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy tudósnak nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem.

A tudósok tanítása annyiféle, ahány a tudomány; az egyik a részletekbe mélyed, a másik inkább általános tételekkel foglalkozik; az egyik szaval, a másik diktál; az egyik kísérletez, a másik dedukál; egy mintára szabni valamennyit lehetetlen és nem is szabad, mert értéket e tanításnak éppen egyéni jellemvonása ad.” (1891)

A tudomány és az oktatás fontosságát hangoztató nézetét az egyetemen tartott másik beszédében így fejtette ki:

„Ritka még egyetemünkön az olyan tanuló, akinek ne volna más vágya, és ne volna más gondja, mint az, hogy tudóssá váljék. Ne gondoljuk azért, hogy a magyar ember tudományra nem való, nem fajunknak valami sajátos hibája okozza e magában véve szomorú fogyatkozást, hanem csakis az, hogy ami műveltségét illeti, még fiatal nemzetünk közvéleményében nem erősödött meg eddig az a meggyőződés, hogy a tudomány által gazdagabbá válik a gazdag, hatalmasabbá a hatalmas.

Van a mi ifjaink között is elég olyan, aki a tudományért lelkesedni tud, s ha a sorsa nem engedi is meg, hogy gondtalanul csak a tudománnyal foglalkozzék, örömmel választ legalább olyan életpályát, mely a tudomány közelébe hozza.

A fizika hallgatói között is van egy ilyen lelkes kis csoport: a középiskolai tanárjelöltek. Ők azok, akiket e szakban tudósokká kell képeznünk; tudósokká mindenképp azért, hogy tanítani tudjanak.” (1892)

Gazdag életútjában rövid epizód, máig tartó hatása miatt mégis fontos, hogy 1894 nyaratól hét hónapig ő volt a Wekerle-kormány kultuszminisztere. Eötvös József életében igyekezett távol tartani fiát a politikától, ám a családi légkör és apja tevékenysége felkeltette Eötvös Loránd politika iránti érdeklődését. Ugyan-

akkor a politikát nem tekintette karrierlehetőségnek. Rövid minisztersége idején egyebek között sikerült elérnie, hogy növekedjen az oktatásra fordított költségvetési keret, a leendő középiskolai tanárok színvonalas, széles látókörű képzésére megalapította az Eötvös József Collegiumot, továbbá kezdeményezte a középiskolások számára rendezendő országos tanulmányi versenyek megindítását.

A miniszteri posztról – az összes kormánytaggal együtt – akkor kényszerült távozni, amikor a kötelező polgári házasságra vonatkozó, a kormány által benyújtott törvényjavaslat parlamenti elutasítása után Wekerle Sándor lemondott a miniszterelnökségről.

Tudományos és hivatali elfoglaltságai mellett kikapcsolódásként Eötvös legszívesebben a családi hagyománynak számító természetjárással, hegymászással töltötte idejét. Nyaranta az Alpok hegycsúcsait mászta meg, a Dolomitoknak az a csúcsa, amelynek a tetejére elsőként ő ért fel, hivatalosan is a Cima Eötvös nevet kapta. Kirándulásai során élményeit fényképeken is megörökítette. A hétköznapi életben is sportosan viselkedett: amikor nem az egyetemi fizikai intézetben rendezett lakásában aludt, reggel lóháton járt be az egyetemre. Ő volt a Magyar Turista Egyesület első elnöke (1891-től nyolc éven át), és őt kérték fel az egyetem 1898-ban megalakult sportegyesületének (BEAC) első elnökévé.

Mindezekért idehaza nemcsak tudósként tartjuk számon, a nagyvilág számára azonban Eötvös neve kutatási eredményei által és az általa tökéletesített torziós inga kapcsán vált ismertté.

Eötvös Loránd már egyetemista korában végzett tudományos kísérleteket, de Jedlik Ányos érdeme az, hogy végleg a kísérleti fizika felé terelte őt. A heidelbergi egyetemen megkezdett vizsgálatait folytatva Eötvös először a kapillaritás jelenségével foglalkozott. Arra volt kíváncsi, hogy a hajszálcsövekben hogyan hat a folyadék molekulásúlya a molekuláris erőkkel összefüggő felületi feszültségre. Kitartó és aprólékos mérésekkel megállapította, hogy a molekuláris felületi energia hőmérséklet (T) szerinti változása független a vizsgált anyagtól. A molekuláris felületi energiának nevezett mennyiség $\gamma V^{2/3}$, ahol γ a folyadék felületi feszültsége (egysége: N/m), $V^{2/3}$ pedig a folyadék egyetlen molekuláját határoló felület. Azt is kimutatta, hogy ez az összefüggés nem teljesül azokra az anyagokra, amelyekben gáz és cseppfolyós halmazállapot esetén különböző a molekulák tömege, vagyis a folyadékban asszociálódnak a molekulák (ilyen folyadékok a víz, az alkohol és a zsírsavak). Eötvös méréseinek végeredménye szerint $\gamma V^{2/3} = k(T_{\text{krit}} - T)$, ahol a T_{krit} az a kritikus hőmérséklet, amelynél nullává válik a felületi feszültség. A k együttható a fizikai szakirodalomban Eötvös-féle állandóként ismert.

A Természettudományi Társulat 1881-ben azzal bízta meg Eötvöst, hogy mérje meg a nehézségi gyorsulás értékét Budapesten és az ország néhány más pontján. E feladatnak eleget téve kezdődtek Eötvös Loránd gravitációval kapcsolatos kutatásai. A kapilláris jelenség különféle anyagokkal végzett vizsgálata-

ta után Eötvös Loránd azzal kezdett kísérletezni, hogy függ-e a földi nehézségi gyorsulás az anyagi minőségtől. Ennek során az adott anyagra a Föld forgásából származó tehetetlenségi erőt hasonlította össze a gravitációból eredő súlyerővel, azaz a súlyos és a tehetetlen tömeg arányát határozta meg. Méréseit nagyon ötletes felépítésű és páratlan gondossággal készített torziós ingával végezte, és a kísérleti eszközt idővel mind jobban tökéletesítette. A továbbfejlesztett változat, az ún. horizontális variométer Eötvös-ingaként ismert a fizikai és geofizikai szakirodalomban.

A horizontális variométerben egy torziós szálon függő vízszintes rúd egyik végére platinasúly van erősítve, a másik végén pedig egy vékony szátra erősítve a túloldalra levővel azonos tömegű platina lóg alá, tehát a két tömeg eltérő magasságban van. Ha a rájuk ható vonzóerő nem pontosan egyenlő – akár a nagysága, akár az iránya eltér egymástól –, akkor a rúd a vízszintes síkban elfordul. Ennek során az ugyancsak platinából készített torziós szál megcsavarodik, egészen addig, amíg a rudat kitérítő erő és a torziós szál rugalmasságából származó visszatérítő erő forgatónyomatéka ki nem egyenlíti egymást. Ez a műszer már nemcsak arra volt alkalmas, hogy a nehézségi erő potenciáljának változásait határozzák meg, hanem a horizontális gradiensek kimérését is lehetővé tette.

Eötvös gravitációs méréseinek jelentőségét a fizika számára az adja, hogy elsőként neki sikerült (munkatársaival együtt) kísérleti úton nagy pontossággal igazolnia a súlyos (gravitáló) és a tehetetlen (a gyorsítással szemben ellenállni igyekvő) tömeg azonosságát. Míg Isaac Newtonnak ez csak ezrednyi pontossággal sikerült, Eötvösék mérései szerint a kétféle tömeg 0,000 000 005 pontossággal egyezik egymással. A modern gravitációelmélet is ebből az ekvivalenciálméletből indul ki.

A geofizika számára pedig azért alapvető Eötvös gravitációval kapcsolatos munkássága, mert Eötvös-inga-mérésekkel fel lehet térképezni a földfelszín alatti gravitációs anomáliákat, azokból pedig különféle nyersanyaglelőhelyekre lehet következtetni. Az 1930-as évekig, a graviméterek elterjedéséig, Európában és az Amerikai Egyesült Államokban egyaránt Eötvös-ingákat használtak kőolajkutatásra. A graviméterek azért szorították ki az Eötvös-ingákat, mert használatuk egyszerűbb, bár a mérési pontosságuk gyengébb. Viszont a nyersanyaglelőhelyek okozta gravitációs anomáliák kimutatásához még ez a csökkent pontosság is elegendő. A sors fintora, hogy Eötvös maga is készített gravimétert, de annak pontossága nem volt elég az eredeti kutatási cél eléréséhez, ezért nem fejlesztette tovább ezt a műszert. Az Eötvös-inga nemzetközi elismertségét viszont jól jelzi, hogy az 1900-as párizsi világkiállításon nagydíjjal tüntették ki.

Az Eötvös-inga története a graviméterek térhódításával sem ért véget. Mivel a második világháború után az akkori szocialista országok számára a nyugati világban bevezetett embargó miatt lehetetlen volt a korszerű graviméterek beszerzése, a magyarok az Eötvös-inga további tökéletesítésébe kezdtek. Az újabb típus (az E54-es) pedig az 1958-as brüsszeli világkiállítás egyik nagydíjasa lett.

Műszerén kívül Eötvös tudományos munkásságának is jelentős az utóhatása. A manapság divatos hivatkozásszámot tekintve, Eötvös Lorándnak a felületi feszültséggel kapcsolatos kutatásairól 1886-ban az *Annalen der Physik* című folyóiratban közölt cikkére több mint egy évszázad elteltével, a 21. század elején kezdtek el igazán hivatkozni, ami a zsiroidó hatású mosószeres előállítására irányuló kutatások elterjedésével magyarázható. A mosószerben levő felületaktív anyagok ugyanis csökkentik az oldószert, például a víz felületi feszültségét.

A súlyos és tehetetlen tömeg ekvivalenciáját igazoló mérésekről szóló szakcikk csak Eötvös halála után, 1922-ben jelent meg. Eötvös egykori munkatársai, Pekár Dezső és Fekete Jenő megfogalmazásában. Erre a tanulmányra közel fél évszázadon át csak elvétve hivatkoztak a nemzetközi szakirodalomban, de az 1980-as évek közepétől felfigyeltek rá a gravitációs fizikával foglalkozók. A gravitáció természete ugyanis a fizika egyik sarkalatos kutatási területe az utóbbi évtizedekben.

A tudományos kutatók gyakran szembesülnek azzal a hamis váddal, hogy fölöslegesek a pusztán az emberi kíváncsiság által vezérelt alap kutatások. Eötvös tudományos munkássága talán a legkérdőreosztóbb cáfolat az efféle kritikára: az Eötvös-állandó meghatározásához vezető kutatások több mint egy évszázad elteltével hoztak gazdaságilag is kimutatható eredményt, az eredetileg tisztán alap kutatási céllal megkonstruált Eötvös-inga pedig évek-évtizedek múlva, ám még Eötvös életében. A haszon perze ekkor sem Eötvösé volt, mert az ingáját nem védte szabadalmi oltalom.

A gazdag életmű kapcsán nem esett szó a Föld felszínén mozgó testek súlyának változásával kapcsolatos hatás (az ún. Eötvös-hatás) felismeréséről és leírásáról, és arról sem, hogy a fizikában létezik egy eötvös nevű mértékegység is (a nehézségi erőter gradientének változását leíró mennyiség).

Számunkra azonban nem az a lényeg, hogy mi mindent neveztek el Eötvös Lorándról, hanem az, hogy életműve még a jelenben és a jövőben is hat, és ez szinte olyan, mint a gravitáció távolhatása a téridőben.

IRODALOM

- Kis D. D. (1998): *A csúcson. A hegyek szerelmese – Bárá Eötvös Loránd*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó
- Kovács L. (2001): *Eötvös Loránd, a tudós-tanár*. (*Studia Physica Savariensia* VIII) Szombathely, <http://mek.oszk.hu/18300/18342/18342.pdf>
- Környei E. (1964): *Eötvös Loránd. A tudós és művelődéspolitikus írásaiból*. Budapest: Gondolat Kiadó
- Meskó A. (2006): Eötvös Loránd geofizikai vizsgálatai. *Természet Világa*, I. különszám, 12–17. <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/kulonszamok/k0601/mesko.pdf>
- Patkós A. (2019): Eötvös Loránd időszerúsége. *Fizikai Szemle*, 1, 6–12.