

# Az Eötvös-inga alkalmazása a magyar szénhidrogén-kutatásban

## Bevezetés

Sokak számára az Eötvös név Eötvös József személyét jelenti, aki az első felelős magyar kormány vallás- és közoktatásügyi minisztere volt a XIX. században. Mások ezt a nevet fiával, Loránddal kapcsolják össze, eszükbe juttatva például az Eötvös-hatást, Eötvös-kísérletet, az Eötvös Loránd Fizikai Társulatot, Tudományegyetemet sok más mellett [1]. Eötvös Loránd 1848. július 27-én született. Igen csekély valószínűsége volt annak, hogy Eötvös József házában egy leendő fizikus szülessék, mert a magyar fizika történetében arisztokrata származású tudóst nem találunk [2]!

Eötvös 1860-ig otthon tanult, majd a pesti piarista gimnáziumban érettségizett. Jogi és természettudományi tanulmányait a pesti egyetemen végezte. Olyan, a természettudományokban nagyot alkotó olyan személyiségek keze alatt tanulhatott, mint Than Károly kémikus; Petzval Ottó, aki a felsőbb mennyiségű tanszékének egyetemi tanára lett; és a kor egyik legelismertebb ásványszakértőjének számító Krenner József.

Eötvös Loránd a fizikusi pályát választotta, a heidelbergi egyetem növendékeként doktori címet szerzett. A budapesti egyetem magántanára, később a fizika tanszék vezetője, a Magyar Tudományos Akadémia levelező, majd rendes tagja, végül elnöke lett. Utóbbi tisztséget 16 éven keresztül töltötte be [3, 4].

Életét a természettudományoknak szentelte, azonban apja örökségét is továbbvitte. 1894. után egy évig vallás- és közoktatásügyi miniszterként a népiskolák bővítésével és a nehéz anyagi helyzetű tehetségeket felkaroló kollégium létrehozásával ért el sikereket. 1905 után visszavonult a közélettől, és az egyik legeredményesebb magyar kutatóvá vált. A Természettudományi Társulat aktív tagjaként először „A természettudományi rovat” vezetőjévé, majd a társulat alelnökévé nevezték ki. Megalapította a Matematikai és Fizikai Társulatot és annak folyóiratát is. A társadalom minden rétegének Eötvös

Loránd iránt érzett tisztelete áthidalta mindazokat az ellentéteteket, melyeket a XX. század első évtizedeinek forrongó politikai élete teremtett. Az 1919. április 8-án elhunyt tudós emlékét minden korban általános megbecsülés övezte. Ezt az is bizonyítja, hogy a kommunista Kun Béla vezette, 133 napig tartó proletárdiktatúra nagy pompájú temetést rendezett az arisztokrata báró Eötvös Lorándnak.

Eötvös Loránd természettudományos pályafutása

Eötvös Loránd pályafutásának első szakaszában jutott arra a következtetésre, hogy a különböző folyadékok molekuláris felületi energiája egy foknyi

1. ábra. Eötvös Loránd





2. ábra. Zsana elhelyezkedése

hőmérsékletváltozás hatására ugyanannyit változik. E változás az anyagi minőségtől és hőmérséklettől független, univerzális állandó, az úgynevezett Eötvös-állandó. E fizikai törvényszerűség pedig az Eötvös-törvény [5].

Néhány évvel ezelőtt, nyolcadikos tanulóként mi is foglalkoztunk a jelenség kutatásával; a városunkhoz, Kiskunhalashoz közeli vizek felületi feszültségének mérésével következtettünk azok szennyezettségi fokára.

Felületi feszültséggel kapcsolatos kutatásai még javában zajlottak, amikor Eötvös megkezdte a Föld gravitációs terének vizsgálatát. A nehézségi erő kutatásában új utat választott, hiszen tudta, hogy az addig követett eljárások nem alkalmasak arra, hogy a nehézségi erő kis helyi változásait vizsgálhassa. Kifejlesztette a világhírűvé vált Eötvös-féle torziós ingát. Az eszköz alkalmazására találtunk példát lakóhelyünk közelében. Kiskunhalastól 15 kilométerre található Zsana, melynek neve az 1979-es gázrobbanásról és az ottani nagy kapacitású gáztározóról ismeretes. A terület geofizikai vizsgálata során kezdetben Eötvös-ingát alkalmaztak.

Jelen kutatásom az Eötvös-ingához kapcsolódik. A híres eszköz nagy szerepet játszott a XX. században, hazánkban zajló kőolaj- és földgázfeltárásokban, ezért kutatásom során nagy hangsúlyt fordítottam a magyarországi szénhidrogén-kutatások áttekintésére is.

#### Az Eötvös-inga elméleti háttere

A nehézségi erő vizsgálata több évszázados múltra tekint vissza. Newton a XVII. században fedezte fel az általános tömegvonzás törvényét, aminek lényege, hogy bármely  $m_1$  és  $m_2$  tömegű test között vonzóerő lép fel, ami arányos a testek tömegével és fordítottan arányos a köztük lévő távolság négyzetével. Tehát egy  $m$  tömegponttól  $r$  távolságra lévő, 1 kg tömegre ható erő  $Gm/r^2$ , ahol  $G$  a gravitációs állandó, aminek értéke  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ . Mivel a  $G$  igen kicsi, ezért számottevő gravitációs erőter csak igen nagy tömegek körül alakul ki.

A súlyos és tehetetlen tömeg egyenlőségének nagy pontosságú igazolása az általános relativitáselmélet egyik legjelentősebb kísérleti bizonyítéka. A tehetetlen tömeg a mozgásállapot megváltoztatásával, gyorsítással vagy lassítással szemben kifejtett ellenállás, a súlyos tömeg pedig a test gravitációs vonzási képességének jellemzője. Einstein 1907-ben mondta ki e két tömeg egyenlőségét elméleti megfontolások alapján, s a már Newton által is feltételezett tény, a kétféle tömeg azonosságát axiómaként kezelte. Eötvöst foglalkoztatta a kétféle tömeg aránya. Munkatársával pontos méréseket végezve kétszázmilliomodnyi pontossággal tisztázták, hogy a súlyos és tehetetlen tömeg azonos. Így minden gyakorlati célú megfontolásban és számításban e két tömeg

azonosnak tekinthető. Terepi méréseket végeztek, melyek meggyorsítása érdekében az ingába két egymáshoz képest  $180^\circ$ -kal elfordított lengőt építettek.

Egy leeső test és a gravitációt mérő műszer is a nehézségi erőt "érzi", aminek összetevői a következők:

- a Föld tömegvonzásából eredő erő,
- a Föld tengely körüli forgásából származó centrifugális erő és
- a Földnek a Föld-Hold rendszer tömegközéppontja körüli keringéséből származó centrifugális erő és a Hold gravitációs erejének eredője, az árapályerő.

A földrajzi sarkoknál a centrifugális erő zérus, ezért itt tisztán a Föld gravitációs ereje érvényesül. A Föld lapultságát is forgása okozza, aminek relatív értéke  $1/300$ , vagyis a sarkok 21 kilométerrel közelebb helyezkednek a tömegközépponthez, mint az Egyenlítő pontjai. A Föld forgástengelyére merőlegesen kifelé irányuló centrifugális erő a gravitációs erővel ellentétes irányú, függőlegesen fölfelé mutató összetevője mérsékli a gyorsulást, miáltal a sarkoktól az Egyenlítő felé haladva fokozatosan csökken a nehézségi erő.

A tengerszint feletti magasság is befolyásolja a nehézségi gyorsulást, aminek értéke a Föld középpontjától távolodva csökken. A legmélyebb tengeri árokban és a legmagasabb hegycsúcson mért gyorsulások között a Föld középpontjától mért különböző távolságok okoznak eltérést. Ezt befolyásolja még a környező anyagtömegek vonzása is, például a hegycsúcs és a tengerfenék alatti kőzeteké, valamint tengervízé [6].

Összegezve, a nehézségi gyorsulás értékét a következők határozzák meg: földrajzi szélesség, tengerszint feletti magasság és a mérési pont alatti kőzetek sűrűségének az átlagtól való eltérése. A zsanai földgáz sűrűsége jelentősen kisebb a környező kőzetekénél, ezért feltárásához kezdetben Eötvös-ingát használtak.

A nehézségi gyorsulás mérése  
Eötvös-féle torziós ingával

A nehézségi gyorsulást a XIX. század végéig ingák lengésidejéből határozták meg, ezek a mérések azonban nem voltak elég pontosak a földtani vizsgálatok céljára. Eötvös Loránd a Coulomb-féle csavarási (torziós) ingát tökéletesítette. A torziós inga vízszintes erők mérésére alkalmas, erre használta Coulomb is, mágneses és elektromos erőtereket határozott meg segítségével. Később Cavendish az ingával mérte viszonylag nagy tömegek vonzó hatását.

Eötvös megnövelte az inga stabilitását és érzékenységét, továbbá a zavaró hatásokat kiküszöbölte. Kezdetben kettős, később hármas falú fém-szekrénybe zárta az ingát, hogy a külső mágneses és elektromos tereket kizárja, s megakadályozza, hogy a légáramlatok befolyásolják a mérést. Sokat

kísérletezett a legmegfelelőbb torziószál megtalálásával. Az inga érzékenységének növeléséért a korábbiaknál hosszabb és vékonyabb fémszalakat használt. A legalkalmasabbnak a platinaszalakat találta. A kis elfordulások pontos meghatározását azal tudta elérni, hogy az ingarúdra tükröt erősített, s az arról visszavert fénysugár helyét a műszerhez erősített skálán távcsővel olvasta le. A stabilabb és érzékenyebb ingát görbületi variométernek nevezte el, mivel segítségével megállapítható a nehézségi erőter szintfelületének görbülete, amiből következtetni lehet a földfelszín alatti sűrűségviszonyokra. A vízszintes térváltozások azonban könnyebben értelmezhető képet adnak. Ezek mérésére azonban a tökéletesített Coulomb-inga nem alkalmas. Eötvös ezért úgy módosította, hogy az ingarúd egyik végéhez a tömeget néhány deciméterrel mélyebben függesztette föl. Ezt az eszközt horizontális variométernek nevezte, amit ma már Eötvös-ingának hívnak.

A műszer szekrényét és az ingarudat különböző irányokba kell beállítani és minden esetben megvárni, amíg az inga egyensúlyi helyzetbe kerül. Eötvös öt különböző helyzetben mért, a leolvasásokból

3. ábra. A kettős inga





4. ábra. A zsanai gázkitörés

számításokkal kapta meg az erőtér görbületét és helyi változásának mértékét. Később két azonos, egymással szembe fordított ingát használt, amelyek közös burkolatban helyezkedtek el. Így a méréseket, elegendő volt három különböző helyzetben elvégezni, hiszen egy beállításban az ingák két eredményt adtak. Eötvös különböző sűrűségű rétegekből előállított modellekkel megmutatta, hogy a gravitációs tér görbülete és helyi változásának mértéke alkalmas a mélybeli sűrűségeloszlás, s így a különböző geológiai rétegek helyzetének kimutatására [6].

#### Az Eötvös-inga jelentősége

Az Eötvös-inga jelentőségét egyrészt a súlyos és tehetetlen tömegek egyenlőségének kísérleti bizonyítása jelentette. Eötvös másik célja volt, hogy eszközét földtani mérések elvégzéséhez is használhassák. A geofizikai feladatok megoldásához nincs szükség abszolút értékekre, elegendő azt megállapítani, hogy a vizsgált területen egy vonatkoztatási pontban mért értékhez képest mennyivel nagyobb vagy kisebb a nehézségi erőtér. Az adott pontbeli értéktől

való eltérések ismeretében – amelyeket  $\Delta g$ -vel jelölünk – olyan térképeket szerkeszthetünk, melyeken az azonos  $\Delta g$ -értékeket összekötve a változást ábrázoljuk. Ilyen térképek elkészítéséhez ezeket több pontban kell ismernünk, segítségükkel pedig következtetni tudunk a különböző sűrűségű geológiai rétegek elhelyezkedésére.

A felboltozódásokban, azaz antiklinálisokban kedvező esetekben kőolaj vagy földgáz halmozódhat fel. Előfordul, hogy a felboltozódás olyan mélységekben helyezkedik el, hogy felszíni megfigyelésekkel nem lehet jelenlétüket megállapítani. Az Eötvös-ingával történő mérések nem teszik lehetővé az antiklinális helyének és alakjának meghatározását, csak gravitációs terét érzékelhetjük vele, de ez is hatalmas előrelépést jelent.

Eötvös sokáig foglalkozott az inga nyersanyagkutatásban való alkalmazhatóságával is. 1901 telén került sor az első nagyobb területre kiterjedő mérésekre. A helyszín kiválasztásakor azért esett a Balaton tükörsima jegére a választás, mert itt nem kellett számolni a felszíni zavaró tömegek hatásával. Az eredményekből rájöttek, hogy a tó tengelyével párhuzamosan egy tektonikai vonal húzódik. Ez volt az első olyan földtani megállapítás, amit az inga mérési eredményei alapján mondtak ki [7].

Eötvös élete utolsó éveiben még részt vett egy szénhidrogén-kutatás célú terepi mérésben Morvamezőn, ahol gáz- és olajnyomokat találtak. Az Eötvös-inga sikere elsőpró volt, alkalmazásával több milliárd köbméter gázt és több százmillió tonna kőolajat tártak fel. Eötvös Loránd ezt azonban már nem élhette meg.

Az ingára nemzetközi olajvállalatok is felfigyeltek. Alkalmazására nagy szükség volt, mert az antiklinálisok felszíni térképezése, a felszíni olajszivárgások felderítése már nem bizonyult elegendőnek a mélyebben fekvő kőolaj- és földgázmezők felkutatásához [6].

#### Szénhidrogén-kutatások Magyarországon

Hazánkban Böckh Hugó kezdeményezésére kezdtek meg az ingát elsősorban a sötetek és antiklinálisok felkutatásában alkalmazni.

„Nagyjelentőségű tény a szénhidrogén-kutatás történetében, hogy a geofizikai mérések már ilyen korán, és éppen hazánkban beléptek a kutatómunkába, különösen akkor, ha meggondoljuk, hogy a szénhidrogén-kutatásnak ebben az időben legfejlettebb államban, az Egyesült Államokban, az olajkutatásoknál geológust is csak e század elejétől kezdve alkalmaztak rendszeresen.” (Oszlaczky Szilárd, 1959)

Az első világháborút követő években a Geofizikai Intézet nyaranként Eötvös-ingával folytatott méréseket. Az Intézet 1928-as jelentése az Alföld jelentős részéről számolt be eredményekről. Kezdetben

a próbafúrásokat ipari siker még nem koronázta. Az időszak végére igen csüggedten ítélték meg a hazai kutatások kilátásait. Ennek és a világgazdaság krízisének eredményeként az állam eladta a dunántúli kutatás jogát. Az esetlegesen kitermelésre kerülő szénhidrogénvagyont az államkincstár 15 százalékos részesedés jogával átadta az Eurogas amerikai cégnek, a kutatásokat a Dunántúlon Eötvös-ingával és felszíni geológiai felvételekkel indították meg. Az Eurogas mindenképpen földgázt akart feltárni a Kisalföldön, hiszen Bécs és Győr közelsége miatt szélesebb értékesítési körre számíthattak. A kutatócsoport első feladata a Kisalföld átkutatása lett. Az Eötvös-ingákkal kapott mérési eredmények megbízhatóak voltak, így a mérőcsoport megszerezte a bizalmat, amire a nyugodt működés érdekében szüksége is volt.

1933-ban a hazai szénhidrogén-kutatásnak új korszaka kezdődött. A dunántúli kutatómunka kihatott a Geofizikai Intézetre is. 1934-től már az Intézet is látta, hogy meg kell gyorsítania a méréseket. Az 1935-ben hivatalba lépő új igazgató, Fekete Jenő már egy Haalck- és Graf-féle gravimétert is beszerzett. A graviméterek az Eötvös-ingához hasonlóan a Föld felszíni gravitációs gyorsulásának mérésére szolgálnak. Az adott mérési pontokban a súlyerő hatására a rugó elmozdul. Hooke törvénye szerint az elmozdulás arányos az erővel, a különböző pontokban meghatározott gyorsulások különbsége

arányos a rugóelmozdulások különbségével. Eötvös Loránd is foglalkozott graviméter fejlesztésével, de eszköze nem volt eléggé pontos, így nyilvánosságra sem hozta [8].

1936-ban Budafapuszta környékét térképezték fel Truman-féle graviméterrel az Eötvös-inga által megállapított izogammákkal való egyeztetés után. Az izogammák azonos mágneses anomáliaértékeket összekötő vonalak [9]. Itt tárták fel hazánk első kőolajmezőjét. A csoport négy év alatt felkutatta a Komárom–Siófok–Pécs vonaltól nyugatra eső területeket, majd méréseket végzett a Bakony–Vértes észak-nyugati és nyugati peremétől kezdve a Kisalföldön át a Sümeg–Szombathely vonaltól északra. Mindeközben graviméterrel térképezték fel Zalaegerszeg környékét, majd a Balatontól délre eső, valamint a Szombathely és Körmend közti területet. 1945-46-ban terepi szünet következett, így alkalom nyílt a 11 év alatt összegyűlt adatok rendszerezésére, a dunántúli anomáliatérkép összeállítására. A budafapusztai olajmező felfedezése után következtek Lovászi, majd Pusztaszentlászló és Lendvaujfalu olajtelepei.

A Kincstár kezén maradt területeken a Geofizikai Intézet a korábbinál nagyobb ütemben dolgozott. A második világháború végével a munkálatokat a felerészben szovjet kézben lévő, Maszovol nevű vállalat folytatta. 1948-ban az ország kőolajkutatása

5. ábra. A magyarországi kőolaj-lelőhelyek



egyetlen kézbe került, majd 1954-től kizárólag magyar tulajdonban volt. A kőolajtermelésnek ebben az időszakban is voltak sikerei: az Alföld északi peremén, Mezőkeresztes környékén szintén megindult a kitermelés.

Az 1950. év végétől L. V. Petrov szovjet gravimetrikus áttanulmányozta a korábbi mérések eredményeit, így a magyar kutatók betekintést nyertek a szovjet geofizika módszereibe. Petrov közleményeiben jó színvonalúnak nevezte a magyar gravitációs méréseket, de a mérési hálózat hiányaira is rámutatott, a kutatások intenzívebbé tételéhez legalább 10 szeizmikus mérőberendezés sürgős alkalmazását javasolta [9]. Az ország elsőrendű graviméteres alaphálózata 1952 nyarán, egy hónapon belül készült el [10, 11].

Az 1951-ben az egységes vezetés alá került olajkutatás és -termelés saját szeizmikus csoportokat tanított be szovjet szakemberek és műszerek segítségével. 1960. október 1-jén jött létre az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, ami egységesítette a magyar olaj- és gázipart. Kijelölték a vizsgálandó területeket az Eötvös-ingával mért gravitációs maximumokat mutató területeken, amelyeket további robbantásos szeizmikus mérőszorozatokkal tettek pontosabbá. Az eredmények kiértékelését követően kezdték meg a fúrás munkálatokat, a kutak lemélyítését, kiképzését és termelésbe állítását. E tevékenység során fedezték fel a zsanai földgázmezőt is [12].

#### A zsanai földgázkitörés

Zsana Bács-Kiskun megye déli részén fekvő település. A községet az 1979-ben bekövetkezett gázrobbanás tette ismertté. A térségben 1978-ban kezdődött a szénhidrogén utáni kutatás. A kezdeti gázfeltárások helyét Eötvös-ingákkal határozták meg. A feltárások helyének pontosabb megállapításáért szeizmikus méréseket végeztek, melyek lényege, hogy hullámokat keltenek, amelyek a különböző sűrűségű rétegekről eltérő mértékben verődnek vissza. Feltételeztük, hogy a kezdeti szeizmikus mérések során tapasztalt hullámok, rengések szerepet játszhattak a zsanai gázrobbanás kialakulásában. Gilicz András mérnök azonban e kételyünket eloszlatta: a mérések veszélyesek voltak a robbanóanyag-használat miatt, azonban a gázkitörést a mező kiépítésekor elkövetett hiba okozhatta. Kezdetben a legelterjedtebb hullámkeltési módszer a robbantólyukban végzett impulzusszerű robbantás volt, ami nagyobb veszélyekkel járt, így a vibrációs eljárás váltotta fel.

A vibrációs hullámkeltés a 80-as évek találmánya. A vibrátorok nagy teljesítményű döngölőgépek, amelyek tetszőleges, nem impulzusszerű jelalakokat küldenek a talajba. A módszer fontos eleme az ezeket figyelő elektronikus rendszer, amiben

érzékelők folyamatosan figyelik, hogy milyen minőségben sikerült a tervezett jelalakot a talajba juttatni. Az eljárás városi környezetben is alkalmazható. Gyorsaságuknak, veszélytelenségüknek és környezetkímélő tulajdonságuknak köszönhetően a robbantásos technológia alkalmazását olyan területekre (például lápos vagy sziklás vidékekre) szorították, melyeket nem lehet vibrátorokkal megközelíteni [13]. A szeizmikus hullámok érzékelését



6. ábra. Az Eötvös-féle torziós inga emlékműve Budapesten

geofonok végzik, amelyek a mechanikai mozgást elektromos jellé alakítják, az eszközökben mágneses térben lengő tekercs található, amiben a kilengés hatására áram indukálódik.

1979. január 24-én hajnali három óra körül kitört a zsanai gázmező 2-es számú kútja, hatalmas dübörgéssel tört fel a földgáz 2000 méter mélységből. A 200 atmoszférás gáznyomás szétrombolta a fúróberendezést, a kiszabaduló gáz kigyulladt és 40 méteres lángcsóvával égett. A hatalmas gázfáklya 23 napig tombolt, miközben naponta 3-4 millió köbméter földgáz jutott a levegőbe. Az égő kutatankágyúval is lőtték, majd az akkor még itt állomásozó szovjet katonák segítségével egy speciális oltóberendezéssel sikerült eloltani a tüzet. A jelentős anyagi kár keletkezése mellett személyi sérülés nem történt. A zsanai gázmezőről 1992-ig összesen

4 milliárd köbméter gázt termeltek ki [14, 15]. 1961 és 2000 között nem csak Zsanán történt olaj- vagy gázrobbanás [16].

1992-ben kezdődött a zsanai gáztározó kialakítása, 2009-ben pedig az ország és a közép-kelet európai régió legnagyobb gáztározójaként avatták fel.

A tározó nem egy hatalmas üreg, a gázt az itt található mészkőrétegek között tárolják. Nyáron történik az Ukrajna és Oroszország felől érkező földgáz betárolása, amit télen vezetnek el (kitárolás) a háztartások felé. A tározóból felvezetett gázban található szilárd közetsemcsék, vízgőz és metán is. Az utóbbiak üvegházhatású gázok, így nem bocsáthatók ki a természetbe. Régebben elégették őket, manapság viszont visszavezetik a talajba.

A zsanai tározó kezdetben 600 millió köbméter földgázt tudott befogadni, kitárolási kapacitása 8 millió köbméter/nap körül mozgott. A 2009 őszére befejeződött munkálatoknak köszönhetően a tárolókapacitás elérte a 2200 millió köbmétert, kitárolási kapacitása 28 millió köbméter/nap lett, és ekkor már napi 18 millió köbméter gáz betárolására volt képes [14, 17].

Az Eötvös-ingát ma már nem használják földtani kutatásokra, mivel tartozékaival együtt történő szállítása nagyon körülményes. Hátránya, hogy egy mérés akár egy egész napig is eltarthat. Mára alkalmazása háttérbe szorult, csaknem megszűnt, helyette az olaj- és gázmezők felkutatására szeizmikus méréseket végeznek, vagy gravimétereket alkalmaznak.

Az Eötvös-inga aranykorának két fő időszakában, Eötvös Loránd korában és az 1950-es években, Magyarországon összesen 60 000 mérést végeztek. A 45 000 fennmaradt mérési jegyzőkönyv tanúsága szerint, hazánk területét hatalmas részletességgel térképezték fel olaj- és földgázmezők szempontjából.

Környezetemben végzett kutatásom során is bizonyosságot nyert, hogy mennyire találó Károlyházi (1998) Eötvösről írt jellemzése:

*A kutató és a tudós prédikátor ég és föld, tűz és víz, egymás szöges ellentéte. A prédikátor nem a tudományt akarja előre vinni, hanem a népet akarja felemelni a tudományhoz. Mindenkihez szól, alázatos szívű. A „lánglelkű kutatót” nem érdekli a nép. A tudományban akar előre törni, kockáztatva, hogy magára marad, esetleg még a vele egyívásúak körében is. Támad, összeférhetetlen. Nem lehet a két karaktert egyesíteni. Eötvös Lorándnak azonban mégis sikerült – és ebben rejlik az ő igazi nagysága [18].*

MÉSZÁROS RÉKA



Köszönetet mondok Dr. Horváth Gábor egyetemi tanárnak (ELTE Biológiai Fizika Tanszék) és Nagy-Czirok Lászlóné tanárnőnek szíves tanácsaikért.

## IRODALOM

- [1] Czeininger Tamás: A vásárosnaményi báró Eötvös család egyszerűsített genealógiája (<https://crnl.hu/tantargyoldalok/tortenelem/genea/namenyi.pdf>)
- [2] Eötvös Loránd Fizikai Társulat (2011): Eötvös Loránd a magyar nemzet ékessége: *Hungaræ gentis decus*. (<https://www.kfki.hu/elftaisk/versen11/eotvos2.doc>)
- [3] Beck Mihály: Than Károly (<https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/mvm/arc/than.html>)
- [4] Szinnyei József (1914): Magyar írók élete és munkái. Petzval Ottó (Boldizsár) (<https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-irok-elete-es-munkai-szinnyei-jozsef-7891B/p-9E91B/petzval-otto-boldizsar-A12DD/>)
- [5] Eötvös Loránd élete és munkássága (<http://people.inf.elte.hu/pzoli/eotvos.html>)
- [6] Meskó Attila (1998): Magyar Tudomány Az Eötvös-inga (<http://www.matud.iif.hu/98jul/mesko.html>)
- [7] Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (utolsó módosítás: 2016): Eötvös Loránd (<https://www.sztnh.gov.hu/hu/magyar-feltalalok-es-talalmanyai/eotvos-lorand>)
- [8] Graviméter (<http://www.vilaglex.hu/Fizika/Html/Gravimet.htm>)
- [9] Izogamma (<http://www.kislexikon.hu/izogamma.html>)
- [10] Oszlaczky Szilárd: (1959) A magyarországi szénhidrogén-kutatás geofizikai munkálatainak eddigi irányai. in: Földtani Közöny, LXXXIX. kötet, 4. füzet) ([http://epa.oszk.hu/01600/01635/00151/pdf/EPA01635\\_foldtani\\_kozlony\\_1959\\_4\\_351-363.pdf](http://epa.oszk.hu/01600/01635/00151/pdf/EPA01635_foldtani_kozlony_1959_4_351-363.pdf))
- [11] Völgyesi Lajos (2012): Az Eötvös-inga mérések alkalmazása és jelentősége a geodéziában (<http://volgyesi.hotserver.hu/gravity/geomatika12.pdf>)
- [12] Dobai Gábor (2014): A magyar olaj és földgáz története XI. ([http://hmvedelmiigazgatas.kormany.hu/download/0/33/41000/01\\_2011\\_Katasztrofavedelem.pdf](http://hmvedelmiigazgatas.kormany.hu/download/0/33/41000/01_2011_Katasztrofavedelem.pdf))
- [13] ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék: Szeizmikus mérések tervezése ([http://geophysics.elte.hu/3\\_3\\_Szeizmikus\\_meresek\\_tervezese.pdf](http://geophysics.elte.hu/3_3_Szeizmikus_meresek_tervezese.pdf))
- [14] Tapodi Kálmán (2009): Gázban Zsana a király! (<https://www.baon.hu/bacs-kiskun/gazdasag-bacs-kiskun/gazban-zsana-a-kiraly-273235/>)
- [15] Dobai Gábor (2015): Fejezetek a gázszolgáltatás történetéből VI. (<https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2015/aprilis/3683-fejezetek-a-gazszolgáltatatas-tortenetebol-vi>)
- [16] Az eddigi nagyobb magyarországi olaj- és földgázkitörések (<http://www.origo.hu/itthon/20000819azeddigi.html>)
- [17] Gáztárolók (<http://www.magyarfoldgaztaro.hu/hu-HU/Tevekenysegunk/Gaztaroelok>)
- [18] Károlyházi Frigyes (1998): *Hungaræ gentis decus*. Fizikai Szemle (12): 397. o. (<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz9812/karolyh.html>)

# A XXIX. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT VERSENYSZABÁLYZATA

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diákcikkpályázaton indulhat bármely középfokú iskolában a 2019/2020-as tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázatot elektronikusan kérjük feltölteni a Természet Világa termvil.hu honlapjára. A pályázat benyújtásának további formai követelményei és tudnivalói a honlapon megtalálhatók.

A pályaművek benyújtásának határideje **2020. január 6.**

A diákpályázat célja, hogy a pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség. Pályázni csak másutt még nem publikált pályamunkákkal lehet.

## PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK:

### Természettudományos múltunk felkutatása és a kultúra egysége

- A pályázó iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Vagy:
- A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:
- A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi vagy épített emlékek, örökség bemutatása.

### Önálló kutatások, elméleti összegzések

- A természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatása. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.
- Az elméleti összegzéseknek is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok tárházában.

### Matematika, informatika és applikáció-innováció

- A pályázók matematikával vagy informatikával kapcsolatos önálló vizsgálódással nevezhetnek, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből. Vagy:
- A pályázó pályázhat saját fejlesztésű mobil-applikációk szabatos bemutatásával, leírásával.

### Egészségtudomány

Az orvostudomány múltját, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését; vagy az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését és annak elemzését mutatják be; vagy egyéb, szabadon választott témakört dolgoznak fel – akár hazai, akár külföldi vonatkozásban. Felhívjuk a pályázók figyelmét az egészségügyi etikai szabályok tiszteletben tartására!

### Választható műfajok mind a négy kategóriában:

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé (szóközökkel együtt minimum 9 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő interjú (szóközökkel együtt minimum 9 ezer, maximum 12 ezer karakter terjedelemben, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő fotósorozat, minimum 10, maximum 20 db, JPG formátumú, maximum 64 MB méretű fényképpel, minden képhez tartozó 1-3 mondatos képaláírással (word formátumban); valamint rövid bevezető írással: minimum 1000, maximum 3000 karakter terjedelemben, szóközökkel együtt.

### DÍJAZÁS:

Minden kategóriában és minden műfajban I. díj, II. díj, III. díj, illetve különdíj adható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is elismeri. A konkrét díjazásról, a díjak esetleges megosztásáról a zsűri a bírálati folyamat során dönt. Pályázatunk elsősorban egyéni alkotói felhívás, többszerzős pályamunkák esetén a díjak és egyéb juttatások megoszlanak a társszerzők között.

(Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat: 2018/2019-ben a kategóriák győztes pályázó diákjai pályaművenként 75 000 Ft, a II. díjasok 50 000 Ft, a III. díjasok 40 000 Ft pénzjutalmat kaptak. A különdíjasok 30 000 Ft díjazásban részesültek. A díjazottak felkészítő tanárainak a munkáját 30.000 Ft díjjal ismerte el a zsűri.)

A pályaművek elbírálására előre láthatóan 2020 márciusában kerül sor, a díjakat diákkonferencia keretében adjuk át 2020 tavaszán.

***A Természet–Tudomány Diákpályázat versenyszabályzatát a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.***





Válogatás a számtalan, Eötvös Loránd emlékére készült érmekből és plakettekből, valamint a Posta által kibocsátott bélyegekből

