

## Irodalom

1. Aszódi Attila, Sükösd Csaba, Szatmáry Zoltán: Nukleáris baleset Tokai Murában. *Fizikai Szemle* 49/11 (1999) 402. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz9911/aszodi.html>
2. Szatmáry Zoltán: Súlyos üzemzavar a Paksi Atomerőműben. *Fizikai Szemle* 53/8 (2003) 266. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0308/szatmary0308.html>
3. Jarosievitz Beáta: A radioaktivitás alapja; A Radioaktivitás feldolgozása; Radioaktív bomlási sorok tanítása; Láncreakció tanítása; Exponenciális bomlástörvény tanítása. In: Burgetti M., Demjén S., Farkas B., Holczer J., Farkas Cs. Horváth Zs., Jarosievitz B., Lakó F. P., Márton A., Mura-Mészáros Cs., Pethő B., Szabó M., Szabó V., Szalayné Tahy Zs., Takács A., Telek A., Merényi Á. (szerk.): *101 ötlet innovatív tanároknak = 101 ideas for innovative teachers*. Jedlik Oktatási Stúdió, Budapest, 2005, 54–59.
4. Király Márton, Radnóti Katalin (2016): Az atomerőművek működéséről egyszerűen, típusaik és jövőjük – 1–3. rész. *Fizikai Szemle* 66/10–12 (2016) 331–336., 372–378., 403–408.
5. Radnóti Katalin: Csernobil: hat évvel a baleset után. *Természet Világa* 123/7 (1992) 311–315.
6. Szatmáry Zoltán, Aszódi Attila: *Csernobil. Tények, okok, hiedelmek*. Typotex, Budapest, 2005.
7. Aszódi Attila: Csernobil 20 éve. *Fizikai Szemle* 56/4 (2006) 114. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0604/aszodi0604.html>
8. Marx György: *Atommag-közelben*. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged, 1996.
9. <http://accidont.ru/ENG/rodes.html>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=AohOLOlcNgg>
11. Jarosievitz Beáta, Sükösd Csaba: *Radioactivity*. (2004) <http://www.sukjaro.eu/cikkek/radioactivity/home/index.htm>
12. Jarosievitz Beáta, Sükösd Csaba: *Radioactive chains; Bomlási sorok*. (2004) [http://www.sukjaro.eu/cikkek/decay\\_chain/home/index.htm](http://www.sukjaro.eu/cikkek/decay_chain/home/index.htm) [http://www.sukjaro.eu/cikkek/bomlasi\\_sor/home/index.htm](http://www.sukjaro.eu/cikkek/bomlasi_sor/home/index.htm)
13. <http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/appendices/rbmk-reactors.aspx>

## VÉLEMÉNYEK

# MEGJEGYZÉSEK A FIZIKA SZAKTERÜLETI »SHANGHAI-RANGSORRÓL«

Patkós András  
ELTE Fizikai Intézet

A háromnapos szenzációk között rendszeresen visszatér a különféle nemzetközi oktatási rangsorok megjelenése és abban a magyar egyetemek hátracsúszása. Az egyetemi szervezetek belső minőségi heterogenitásának ismeretében az ELTE (vagy más egyetemek) egészének besorolására lehetetlennek tartom tudományosan hiteles kritériumok megalkotását. Így a sajtó fellángolását az Academic Ranking of World Universities (ARWU) lista 2017-es verziójának nyilvánosságra hozatalát követően vállrándítással elintézhetőnek gondoltam.

Azonban a shanghai egyetemhez kapcsolódó rangsor 2010 óta tudományterületi listákat is közzétesz. Kezdetben csak az alapvető reáلتudományokban (matematika, fizika, kémia), továbbá számítástudományban és az üzleti tudományok/közgazdaságtanban készült rangsor, 2017-ben viszont már 52 szakterületen rangsorolták az egyetemeket. A fizikai intézetek tevékenységét a tudományos aktivitás területén általánosan elfogadott mérőszámokkal lehet jellemezni, így egy szakterületi rangsor teljesítménymutatóinak és a súlyozott összegzésükkel kialakuló rangsornak van

értelmezhető üzenete. Éppen ezért több, mint tíz éve követem az ELTE Fizikai Intézet helyének alakulását a nemzetközi egyetemi rangsorokban.

Az ELTE Fizikai intézete 2012-ben került fel a rangsorolt intézetek körébe az ARWU-listán és azóta 2015-ig évente ugyanabban az előkelő csoportban, a 101–150. helyen rangsorolt fizikai intézetek csoportjában szerepelt. Megrökönyödésemre az idei listán két csoporttal hátrébb csúszva a 201–300. helyen rangsorolt intézetek között jelent meg az ELTE logója. Ez annál is fájóbb, mert a prágai Károly Egyetem fizikai intézete, amely kezdetben a 151–200. helyen soroltak csoportjában tűnt fel, ez évben a 76–100. csoport tagja lett. Továbbá, számos régióbeli egyetem fizikai intézete (lásd alább!), amelyek eddig nem is voltak rangsorolva, hirtelen előtűntek, a 151–200. csoportban bukkantak fel. Nem vigasztaló, de említést érdemel, hogy nagy hagyományú partnerintézetünk a Bécsi Tudományegyetem (korábban az 51–75. csoportban is voltak!) fizikusai velünk azonos csoportba csúsztak le.

A változás okára az ARWU-módszertan megváltozása magyarázatot kínál, egyben rávilágít az ELTE Fizikai Intézetben folyó kutatás némely érzékeny pontjára, amelyből talán nemcsak az ELTE Fizikai Intézet tagjai, hanem a hazai fizikus-közvélemény is tanulságokat vonhat le.

## ARWU-mutatók fizikában

A rangsor kialakításához használt 5 mutató mindegyike a kutatási eredményesség számszerűsíthető ismérveit használja. Tehát az ARWU-rangsor kizárólag az intéz-



Patkós András (1947) akadémikus az ELTE emeritus egyetemi tanára. Elméleti fizikus, aki a kvantumtérelméletek megoldási módszereit fejleszti, az erős és az elektromágneses anyag fázisátalakulásait, azok kozmológiai szerepét kutatja. Számos tankönyv (társ)-szerzője. Rendszeresen ír tudományos-népszerűsítő cikkeket is.

mény kutatási erősségét jelzi. A sajtó automatikusan feltetelezi, hogy a kutatási erősség az oktatási, szakemberképzési tevékenység színvonalával pozitívan és erősen korrelál, amit ma már a felsőoktatási intézmények egy nagy csoportjában nem fogadnak el. Minthogy az ELTE fizikus szakán továbbra is a kutatóképzés igényeit követi az oktatási program és stílus, ezért – tekintet nélkül az ellenérvekre – a kutatási teljesítménymutatók releváns minősítői az intézet munkája egészének.

A rangsorolásba azokat az egyetemeket vonták be, amelyek a 2011–2015 időtartományban legalább 200 „article” jellegű közleményt tettek közzé. A fizika rangsorának megalkotásakor a tudományterülethez sorolt részterületek folyóiratait vették figyelembe. E részterületek a következők: akusztika; csillagászat és asztrofizika; optika; alkalmazott fizika; atom-, molekula- és kémiai fizika; kondenzált anyagok fizikája; matematikai fizika; multidiszciplináris fizika; magfizika; részecskék és kvantummezők fizikája. A Thomson ISI (a Web of Science működtetője) által gondozott *InCites* adatbázisban e részterületekhez sorolt folyóiratokban megjelent közlemények egyszerű statisztikai jellemzését végezték el. Az ELTE Fizikai Intézete szempontjából figyelemre méltó, hogy a biofizika a biológia tudományterületének része, a környezettudomány és az anyagtudomány önálló (inkább mérnöki) tudományterületként szerepelt. Az e területekhez sorolt folyóiratokban publikált cikkeket nem veszik figyelembe a fizikai intézetek teljesítménymutatóinak kiszámítása során, függetlenül attól, hogy esetleg fizikai intézetek munkatársai publikálták azokat.

A *PUB-mutató* az adott intézetnek a legnagyobb számú publikációt közzétevő intézethez viszonyított arányszáma a fenti időszakra. Ez nem fajlagos (nem egységnyi FTE-re vonatkoztatott) publikációs számon, hanem a létszámtól függetlenül, az intézménnyel legalább egy társszerző révén összekapcsolható publikációk számán alapuló mutató. Tehát a teljes munkaidős alkalmazásban lévőkön túl a részfoglalkozásúak, a diplomamunkás és PhD-hallgatók és az emerituszok közleményei egyaránt beszámításra kerülnek, ha a megfelelő intézményi affiliációt feltüntetik.

A *CNCI-mutató* (Category Normalized Citation Impact) alapja a közleményekre a Web of Science szerint kapott idézetek számának a fizika tudományterületén számított világtárlaghoz viszonyított értéke. Ez az indikátor tehát 1-nél nagyobb értéket is felvehet. A rangsoroláshoz használt mutatót az intézmény indikátorának értékével és a legnagyobb elért értékkel képezett arányszám adja. Ennek értéke már nem haladhatja meg az egységet.

Az *IC-mutató* (International Collaboration) azon cikkek arányát jelenti a saját közlemények halmazában, amelyeket legalább két különböző országbeli intézetben dolgozó fizikus jegyez.

A *TOP-mutató* azon cikkeket veszi számításba, amelyek a fizika tudományterületén TOP-Journal besorolású újságban jelentek meg. Ezt viszonyítja a legtöbb TOP-Journalban publikált cikket felvonultató intézet ilyen közleményeinek számához. A TOP-Jour-

nal besorolású folyóiratokat a korábbi ARWU-rangsorok első száz helyére sorolt intézetekből felkért szakértők szavazatai alapján választják ki. A fizika tudományterületén egyetlen folyóiratnak szavaztak meg ilyen besorolást, a *Physical Review Letters*-nek (matematika: 2, kémia: 4, földtudományok: 5).

Az *AWARD-mutató* a tudományterületen az adott időszakban az intézet teljes munkaidőben foglalkoztatott kutatója által elnyert kiemelt tudományos kitüntetések számát arányítja a legnagyobb számú ilyen kitüntetést felvonultató intézetet jellemző számhoz. A fizika tudományterületén egyetlen ilyen kiemelt kitüntetést fogadtak el a szakértők, a fizikai Nobel-díjat (matematika: 2, kémia: 3, földtudományok: 2).

Az összesített eredmény a fenti mutatók összegzésével adódik, amelyben az IC-mutató kivételével a többi egységnyi súlyt kapott. Az IC-mutató súlya 0,2.

## Eredmények

Az 1. táblázatban a régióból rangsorolt intézmények mutatóit, súlyozott összteljesítményét és besorolását tüntetjük fel. Szerepeltetjük még a fizikarangsort vezető MIT és két, az ELTE-hez közelálló, nagy hagyományú intézet (Bécs és Heidelberg) jellemzését.

A PUB-mutatóban a Tokiói Egyetem vezeti a fizikarangsort. Az ELTE PUB-mutatója jelentősen alatta marad a hagyományosan vetélytársnak tekintett intézetekének (Varsó, Krakko, Bécs, Prága, Moszkva). Leginkább a feltörekvő kisebb egyetemek (Ljubljana, Debrecen, Brno) mutatójával hasonlítható össze. A normalizált mutatóban ez 0,1 hátrányt jelent a magasabb besorolású intézetekhez képest. „Ledolgozása” önmagában egy osztállyal feljebb sorolná az intézetet.

A CNCI-mutatóban a néhány kiváló kutatóra épülő kis intézetek dominanciája figyelhető meg. A legmagasabb relatív hivatkozottságot az Ír Nemzeti Egyetem, Mayothon mutatja fel. Figyelemre méltó a Debreceni és a Brnói (Palacky) Egyetem mutatójának a rangsort vezető egyetemekét meghaladó értéke. A magasabb átlagos hivatkozottságú közleményekkel rendelkező intézetek sorába illeszkedik az ELTE és a pozsonyi Comenius Egyetem is. Megjegyzendő a moszkvai FIZTECH egyetem nagyon alacsony idézettségi mutatója, amely az egyébként elég magas publikációs intenzitást kísérve, valószínűleg a nyelvi elszigeteltségre vezethető vissza.

Az IC-mutató a FIZTECH és az MIT kivételével nagyon magas az összes szereplő egyetem esetében. Ez nyilván a két intézmény eltérő háttérű, de azonosan kisebb együttműködési hajlandóságával magyarázható. Miután e mutató súlya 0,2 és nem is növelhető lényegesen, a nemzetközi együttműködésű kutatások részarányának további növelése kis hatással lenne a rangsorban elfoglalt helyezésre.

A TOP-mutató (azaz a PRL-cikkek relatív aránya a teljes cikktermelésen belül) általában erősen korrelált a PUB-mutatóval, így az ELTE Fizikai Intézet esetében megduplázza a lemaradást. Persze a javulás nem lenne automatikus, amint azt jól mutatja a bécsi és a

krakkói egyetemek alacsony TOP-mutatója az egyébként jó közepesnek tekinthető publikációs intenzitás mellett. Megjegyezhető, hogy a TOP-mutatót a párizsi Pierre és Marie Curie Egyetem vezeti, ami cáfolja a *PRL* észak-amerikai egyetemekkel szembeni elfogultságának elterjedt nézetét.

A korábbi években elért helyezések alapján én is hasonló előrelépést reméltem ahhoz, amit a Károly Egyetem sikeresen abszolvált. Az ő mutatóik eléréséhez az ELTE-nek legalább másfélszeresére kellene emelnie évente publikált közleményeinek számát és jó harmadával növelnie kellene a *PRL*-ben közzétett eredmények számát. (A hazai fizikusok értékrendjének és az ELTE Fizikai Intézet közel-múltbeli vezető publikációi megjelenési helyének ismeretében furcsa az a tapasztalat, hogy bár az összegyűjtött rangsor szempontjából a *Nature*- és *Science*-cikkek száma önálló teljesítménymutatóként szerepel, ám a fizikai kutatási erőssorrendben még csak top-újságnak sem számítanak.)

Meg kellene válaszolni még, hogy miként következhetett be a rangsorbeli visszaesés, amikor az új sorrendet ugyanazokban az években (2011–15) mutató teljesítményre alapozták, amelyekben az ELTE folyamatosan a 101–150. csoportban szerepelt.

## Teljesítménymutatók változásával indukált hátrásorolás

A teljesítménymutatók definíciója 2012 és 2015 között változatlan volt. Minden évben a megelőző két év publikációs és hivatkozási listái alapján értékelték az intézeteket.

A mutatók között szerepeltették a legjobb intézmények közötti kartársi említések relatív számát (*ALUMNI-mutató*), amely az angolszász vezető intézeteknek nagyban kedvezett. Ezt a mutatót az új rangsorban megszüntették. A hivatkozásokat a magasan hivatkozott cikkek évente kiadott listáján előforduló publikációk relatív számával minősítették (*HiCi-mutató*). Ennek helyére került ez évben az összes hivatkozás relatív száma.

A változatlanul TOP-mutatóként megnevezett indikátor definíciója viszont lényegesen eltért a legutóbb használttól. A korábbi években a fizika területre besorolt folyóiratok legmagasabb impakt tényezővel rendelkező 20%-ában publikált cikkek relatív arányát számolták ki az összes publikációban, majd e számok legnagyobbbi-

1. táblázat

### A régióból rangsorolt intézmények (valamint a rangsort vezető MIT) mutatói, súlyozott összteljesítménye és besorolása

rangsor intézet	PUB	CNCI	IC	TOP	AWARD	súlyozott mutató
1. MIT	89,8	57,8	77,6	93,5	100	2,566+1
51–75. Heidelbergi Egyetem	60,1	55,9	89,1	55	0	1,888
76–100. Károly Egyetem	51,9	53,2	90,6	53,4	0	1,766
151–200. Varsói Egyetem	47,5	51,4	84,6	43,2	0	1,590
151–200. Belgrádi Egyetem	49,6	50,6	85,1	41,9	0	1,587
151–200. Cseh Műszaki Egyetem	42	53,6	88,3	44,9	0	1,582
151–200. Comenius Egyetem	34	58,4	94,3	43	0	1,543
151–200. Ljubljana Egyetem	38,1	53,2	87,3	43,2	0	1,520
201–300. ELTE	32,2	58,8	88,8	36,3	0	1,451
201–300. Jagelló Egyetem	43	47,9	85,1	34,9	0	1,428
201–300. Bécsi Tud. Egyetem	44,2	47,9	90,3	30,9	0	1,411
201–300. FIZTECH (Moszkva)	47,7	40,9	74	37,2	0	1,406
201–300. Debreceni Egyetem	25,9	64,7	92,1	29,5	0	1,385
201–300. Palacky Egyetem (Brno)	29,3	59,2	90	30,7	0	1,372

kához számoltak relatív értéket. A PUB-mutató és az AWARD-mutató definíciói mindmáig változatlanok.

Érdeemes megvizsgálni a PUB időbeli alakulását, továbbá a már nem használt HiCi-ben és a más tartalmú TOP-ban nyújtott teljesítmények hatását az összmutatóra. Ezt a Károly Egyetemmel, a Bécsi Egyetemmel és a Varsói Egyetemmel összevetésben tudjuk elvégezni az ELTE Fizikai Intézetére, mivel az ez évben rangsoroltak közül a korábbi fizikarangsorokra csak ez a négy intézmény fért fel a régióból (2. táblázat).

Megnyugtató a publikációs intenzitásban az ELTE Fizikai Intézet folyamatos javulása, míg a másik három egyetem mutatója egy jóval magasabb érték körül ugyan, de ingadozó viselkedést mutatott. A megfigyelhető ütem alapján a 40%-os PUB-mutató eléréséhez pusztán a kutatói attitűd javulására alapozva (a kutatás háttérfeltételeinek lényeges javulása nélkül) legalább évtizedes időtávra lenne szükség.

A magasan idézett publikációkról az általános idézettségre való áttérés és a TOP-folyóiratok körének ezzel ellentétes előjelű drámai szűkítése egyaránt negatívan befolyásolta a Bécsi Egyetem és az ELTE teljesítménymutatóit. Mindkét egyetemi intézetben volt/van két-három kiemelkedő sikerű projekt, de az átlagos hivatkozottság tekintetében jóval kisebbnek adódott az előnyük (sőt, a bécsiek kifejezetten rossz mutatót produkáltak). Ugyanakkor a Károly Egyetem megszabadult a kiemelkedő publikációk teljes hiányából fakadó hátrányoktól.

A TOP-publikációk korábbi definíciójában mindegyik intézmény közel azonos, 70% fölötti mutatót produkált. E mutatónak nem volt differenciáló hatása. A mutató *PRL*-publikációk számához kötése széthúzta a kelet-európai mezőnyt, az ELTE hátrányára.

2. táblázat

**Egyes régiós egyetemek teljesítményének változásai a különböző mutatók alapján**

mutató	intézet	2012	2013	2014	2015
PUB	ELTE	29,8	33,1	33,8	33,9
	Károly Egyetem	46,2	52	51,3	49,1
	Bécsi Tud. Egyetem	44,7	44,4	43,9	43,2
	Varsói Egyetem	48,4	50,1	49,1	50,5
HiCi	ELTE	19,1	19,1	24,7	24,7
	Károly Egyetem	0	0	0	0
	Bécsi Tud. Egyetem	27	27	34,9	34,9
	Varsói Egyetem	0	0	0	0
TOP (régi)	ELTE	84,8	93,6	84,5	86,9
	Károly Egyetem	77,8	86,6	82,1	86,2
	Bécsi Tud. Egyetem	72,1	87	78,5	73,7
	Varsói Egyetem	73	84,1	80,8	78,8

## Mit tehetünk? Mit várhatunk?

A teljesítménymutatók közül PUB-mutató a magyar egyetemek esetében jóval alacsonyabb a középmezőnyénél. Bármilyen újabb mutatókombinációt használnak a jövőben, a kutatási munkaintenzitás erőteljes

növelése nélkül nem lehet közelebb kerülni az élmezőnyhöz. Szerencsére a Lendület- és ERC-csoportok között több olyan van, amelyek témája a fizika hagyományos kutatási területére fókuszál, de a multidiszciplinaritás jegyében működőktől is elvárható, hogy publikációik egy részét a fizika tudományához kategorizált folyóiratokban közöljék. A Debreceni Egyetem magas CNCI-mutatója mögött valószínűsíthető a nagy nemzetközi kollaborációkban való aktív részvételük hatása. Ezt a példát a többi fizikai intézet is követheti. Jelentős hatása lehet annak is, ha a diplomamunkás és PhD-diákok, továbbá a részfoglalkozásuk ELTE-affiliációját következetesen feltüntetik az összes közleményükön. (Ez utóbbi következetes megkövetelésének hatása gyanítható a Károly Egyetem részéről e mutatóban egy év alatt elért 6%-os javulása mögött.) A publikációs intenzitás közepes („német”) szintre emelését intézeti stratégiai célnak kell tekinteni és 4-5 év alatt el lehet érni.

Ésszerű feltételeznem, hogy a csúcskategóriába sorolt fizikai folyóiratok számának durva leszűkítése sok intézmény tiltakozását kiváltja, ezért a PRL-cikkekre koncentrált publikációs stratégia kialakítása felesleges.

A fizikai intézetek kutatási infrastruktúrájának és személyi állományának minőségének fejlesztéséhez adott folyamatos kormányzati támogatás nélkül, pusztán belső intézkedésekkel a felzárkózási folyamat gyorsítása nem indítható be, sőt a hazai fizikai intézetek korábbi saját teljesítményéhez mért abszolút visszaesés sem zárható ki.

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# SZÍNES KÍSÉRLETEK EGYSZERŰEN

Zátonyi Sándor  
Békéscsaba

Newton 1666-ban végzett kísérletei óta tudjuk, hogy a Nap fénye összetett, prizmával a szivárvány színeire bontható (1. ábra) [1]. Newton részletes kísérletekkel igazolta azt is, hogy az így kapott színek tovább már nem bonthatók, ezért ezeket *elemi színeknek* nevez-

zük [2, 3]. (Az elemi szín további elnevezései: spektrumszín, egyszínű fény, monokromatikus fény). Newton elvégezte a fordított kísérletet is: a színek gyűjtőlencsével, illetve prizmával egyesítve újra fehér fényt kapott. Azt is felismerte, hogy ha két vagy több elemi színt egyesít, akkor valamilyen *összetett szín* keletkezik, amely prizmával újra felbontható.

Jelen írás a 2017. évi, gödöllői fizikatanári ankéton első díjat kapott műhelyfoglalkozása alapján készült.



Zátanyi Sándor 1977-ben a szegedi József Attila Tudományegyetem matematika-fizika szakán, 1988-ban a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem számítástechnika szakán szerzett középiskolai tanári oklevelet. Pályája során mindvégig Békéscsabán dolgozott, 2014-től nyugdíjas. Több fizika tankönyv szerzője, társszerzője. Több mint tíz éve üzemelteti a fizika tanításával és tanulásával foglalkozó *FizKapu* honlapot. A fizikatanári ankétek rendszeres résztvevője.

Későbbi kutatások megállapították, hogy a fény elektromágneses hullámként terjed. A monokromatikus fény egy jól meghatározott frekvenciájú elektromágneses hullámként írható le, a fény színe a hullám frekvenciájától függ.

## Az ember színlátásáról

Az emberi szem csak az olyan fényt képes érzékelni, amelynek frekvenciája  $4,3 \cdot 10^{14}$  Hz és  $7,9 \cdot 10^{14}$  Hz között van. A fénytánban azonban a frekvencia he-