

A tudományos teljesítmény mérésének szükségessége, lehetőségei és módszerei

Páles Zsolt

Debreceni Egyetem, Matematikai Intézet

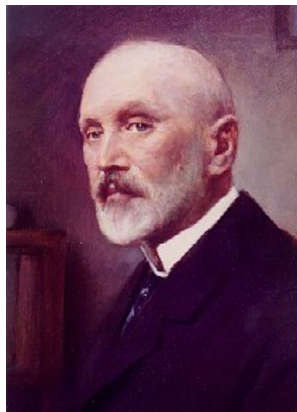
2017. április 24.



Az igazi tudomány

Eötvös Loránd (1848–1919)
gondolatai a tudományról

Csak az az igazi tudomány,
amely világra szól; s ezért ha
igazi tudósok és – amint kell –
jó magyarok akarunk lenni, úgy
a tudomány zászlóját olyan
magasra kell emelnünk, hogy
azt határainkon túl is meglássák
és megadhassák neki az illő
tiszteletet.



Szent Ágoston

„Mérek tehát Uram Istenem, és nem tudom, mit mérek.”

Szent-Györgyi Albert

„Látni, amit mindenki lát, s arra gondolni, amire senki.”



The name of the game

— A munkáltatók (a közszolgálatban szolgálatadók) jogos igénye, hogy alkalmazottaik munkájának eredményéről legalább valamilyen hozzávetőleges információval bírjanak. A munkavállalók közül is sokan szeretnék, ha eredményeik számszerűsíthetők és összevethetők volnának, hiszen ekkor jobb eredményekkel magasabb pozíciókra és jobb fizetésre számíthatnak.

— A tudománnyal foglalkozók teljesítményének mérése sok vitát vált ki és gyakran ellentmondásos eljárásokat eredményez.

— A tudományos alkotómunka egyik megnyilvánulása az új eredmények publikálása. A legismertebb tudományometriai mérési eljárások a publikációk mennyiségét, minőségét és visszhangját próbálják meg számszerűsíteni.



A tudomány növekedése

Az információrobbanás okai

- a tudományba pumpált pénz növekedése,
- a publikáló tudósok számának növekedése (a valaha élt kutatók 90%-a ma is aktív),
- a publikációk számának növekedése (egy tudósra 0,5-1 folyóiratcikk jut évente),
- a tudományos támogatást egyre nagyobb mértékben a pályázatokból kapott pénzek fedezik,
- a tudósok közti versengés, konkurencia-harc,
- a tudósok megítélésében (álláspályázatok, tudományos címek, fokozatok, beosztás, fizetés) kiemelkedő szerepet játszik a közlési aktivitás – 1960-as évektől - jelszó: „**publikálj, vagy pusztulj!**”
- az intézmény (kutatóintézet, egyetem) elvárja, hogy a pénzért a kutató eredményt szállítson,
- az intézményi karrierben, a tudományos támogatásokért folyó versenyben jelentős szerepe van a benyújtott publikációk listájának,
- a szponzor akkor látja, hogy méltó helyre juttatta a pénzét, ha nevét minél több jeles folyóiratcikk végén említik meg,



A tudományos tevékenység

A tudományos tevékenység folyamata

- **Input:** az anyagi ráfordítás és a munkaerő, az alkalmazott kísérleti berendezések értéke, az elhasznált vegyszerek mennyisége, a felhasznált számítógépidő, stb.
- **Output:** az eredmény, az alaputatásnál a rögzített tudományos ismeret, fejlesztésnél a termék.
- Az input és az output minden tényezőjéhez **minőségi és mennyiségi jellemzők** tartoznak, pl.:
 - — a munkaerő nyelvtudása,
 - — a közlemények megjelenési helye, nyelve,
 - — a beruházás, a berendezések amortizációja, stb.
- A tudományos kutatás eszközzrendszere:
 - — friss, naprakész ismeretek a világban keletkezett régi és új tudományos információkról,
 - — lehetőség az együttműködésre, vitára,
 - — eszközök, berendezések.



A tudományos tevékenység

A tudományos tevékenység kommunikációs folyamata

- kutatás
- kongresszusok, levelezés, preprintek,
- tudományos cikk megírása,
- a cikk benyújtása a folyóirat szerkesztőséghez,
- a cikk bírálata, értékelése,
- a cikk módosítása, a végleges cikk, ismételt benyújtása,
- a cikk megjelenése, terjesztése,
- a cikk/kutató eredményének befogadása: idézet, bírálat, vita,

A kommunikációs folyamat jellemzői

- tudományos közösségben folyik minden tevékenység: kutatás, terjesztés, értékelés, elismerés, az értékelés a kutató társaktól és a szakértőktől függ, akik egyben versenytársak,
- jellemző a kritikai légkör, csak az eredetiséget értékelik,
- akkor válik valaki tulajdonává az általa létrehozott szellemi termék, vagy, ha közreadja azt,
- csak a publikálással kerül törvényesen elismert birtokába a tudós, ha a saját felfedezése.



A tudományos kommunikáció eszközei

Formális csatornák

- szakkönyvek,
- tudományos folyóiratok,
- különlenyomatok.

Az első tudományos folyóirat

1665. Philosophical Transactions. Kiadója: Henry Oldenburg, az Angol Királyi Társaság titkára

Informális csatornák

- tudományos összejövetelek előadásai (kb. 65%-uk jelenik meg írásban is),
- jelentések (reportok),
- értekezések, disszertációk,
- preprintek,
- konferencia anyagok.



A tudománymetria eredete

Hipotézis

Az egyes tudományágak irodalma ugyanolyan rendszeres kutatásnak vethető alá, mint bármely fizikai vagy biológiai jelenség, és ez alkalmas a tudomány állapotának, valamint a tudományos kutatás jellemzőinek leírására.

A tudománymetria létrejöttének oka

- nő a tudományos termék mennyisége,
- a tudomány termelési ágává válik,
- a tudományos kutatás intézményesül,
- szükségessé válik az állami költségvetési támogatás,
- a tudományos kutatók száma növekszik, állami és ipari megrendelésre is dolgoznak,
- elvárás a tudományos teljesítmény,
- szükségessé válik a kutatás tervezhetősége, kialakul a tudománypolitika.



Ki mér, mit mér, miért mér?

A tudományos kutatások szereplői

- az állam (adófizetők);
- a hazai és nemzetközi kutatásfinanszírozó szervezetek;
- a hazai és nemzetközi tudományos szervezetek;
- a tudományos könyv és folyóirat kiadók;
- az egyetemek karai, intézetei, tanszékei, laboratóriumai;
- a vállalati/ipari és állami kutatóintézetek;
- a tudományos kutatók.

Azt próbáljuk mérni (megállapítani), hogy

- hogyan hasznosul az adófizetők pénze;
- hogyan hasznosul a pályázati, támogatási forrás;
- milyen az egyetem (kar, intézet, tanszék, labor), illetve kutatóintézet tudományos teljesítménye;
- milyen az egyéni kutató, a kutatócsoport teljesítménye.



Mi a tudománymetria?

A tudománymetria

- **Tárgya:** a tudományos tevékenység minden mérhető aspektusa (legfőképpen a tudományos szakirodalom);
- **Eszközei:** kvantitatív (főként statisztikai) eszközök;
- **Célja:** a tudományos tevékenység működési mechanizmusainak megértése, és ha lehetséges, ezek javítása.

A tudománymetria főbb területei

- **Strukturális tudománymetria:** a tudományos közösségek, dokumentumhalmazok, fogalmak strukturális feltérképezése;
- **Dinamikus tudománymetria:** a tudományos információ tér- és időbeli viselkedésének tanulmányozása;
- **Evaluatív tudománymetria:** A tudományos kutatás szereplői (országok, intézmények, folyóiratok, egyének) tudományos teljesítményének megítélése.



Mi a tudománymetria?

A tudománymetria mutatószámai

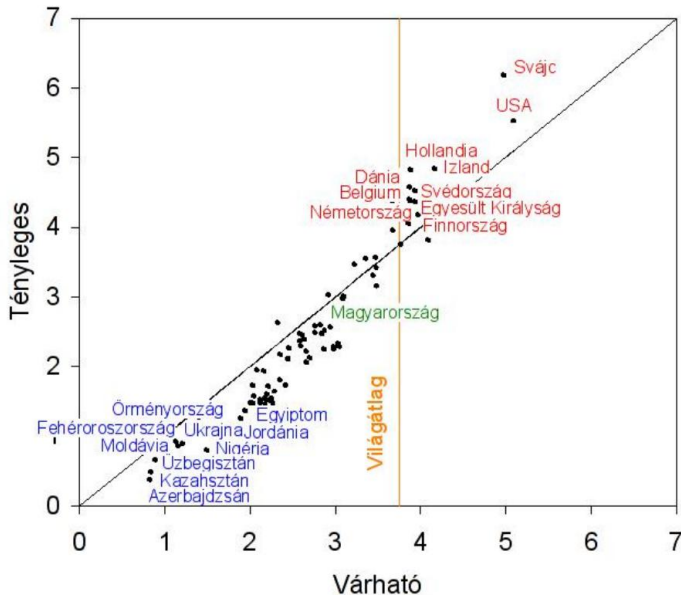
- **Strukturális**: Erdős-szám, Kollaborációs távolság, stb.;
- **Dinamikus**: kétszereződési idő, idézettségi felezési idő, stb.;
- **Evaluatív**: citáció szám, impakt faktor, Hirsch-index, stb.

A tudománymetria célközönsége

- a tudomány művelői;
- a tudományos információ hivatásosai;
- a tudomány döntéshozói.



Hol használják a tudománymetriát



Egyetemek rangsorolása

— Academic Ranking of World Universities:

<http://www.shanghairanking.com/ARWU2011.html>

— Webometrics:

<http://www.webometrics.info>

— QS World University Rankings:

<http://www.topuniversities.com/university-rankings>

— The Times Higher Education World University Rankings:

<http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings>

— Leiden Rankings:

<http://www.leidenranking.com/ranking.aspx>

— U-Multirank:

<http://www.u-multirank.eu/>

— CHE University Ranking:

<http://www.daad.de/deutschland/hochschulen/hochschulranking>



A Sanghaji lista

A sanghaji Jiao Tong Egyetem munkatársai első alkalommal 2004-ben tették közzé a **Világ Egyetemeinek Tudományos Rangsorát**, amely rövidesen heves viták keresztüzébe került. A rangsort az egyetemekről kikerült

- Nobel- és Fields-díjas kutatók száma (10%),
- az egyetem Nobel- és Fields-díjas kutatóinak száma (20%),
- az Essential Science Indicators adatbázisban szereplő „erősen idézett kutatók” száma (20 %),
- a Nature és Science folyóiratokban publikált cikkek száma (20 %),
- a Science Citation Index, Social Sciences Citation Index, és az Arts and Humanities Citation Index adatbázisokban található publikációk száma (20%),
- valamint az egyetem mérete (10%) alapján konstruálják.



Publikációk száma

— A tudományos teljesítmény becsülhető a publikációk darabszámával. Mivel a különböző jellegű művek munkaigénye és szerepe más és más, ezért ezt gyakran kategóriákba csoportosítva szokás megadni.

— Ilyen kategóriák például könyvek, könyvfejezetek, lektorált cikkek idegen nyelvű szakfolyóiratokban, lektorált cikkek magyar nyelvű szakfolyóiratokban, nem lektorált cikkek, térképek, digitális adathordozón megjelent művek, ismeretterjesztő cikkek, internetes cikkek, stb.



Publikációk idézettsége

- Egy publikáció jelentőségét azzal is becsülhetjük, ha megszámloljuk a forrásmunkaként rá hivatkozó más publikációkat. Hasonlóképpen, **egy kutató munkájának jelentőségét kifejezheti az, hogy műveire összesen hány, mások által írott hivatkozást (citációt) kap.**
- Az **önhivatkozásnak** (vagyis mikor a szerző egyik művében saját másik művére utal) e szempontból általában nem tulajdonítanak jelentőséget. Ha egy cikk szerzői XY és ZZs, akkor XY szerző szempontjából **függő hivatkozásnak** szokás nevezni azt a hivatkozást, amikor közösen írt cikküket ZZs társszerző egy másik, XY-től függetlenül publikált cikkben idézi (ugyanaz XY szempontjából önhivatkozás).
- A legtöbb helyen csak a **független idézetek** számát elemzik, ez esetben a hivatkozott mű szerzői és a hivatkozó mű szerzői között egyetlen azonos személy sincs.



Publikációk idézettsége

- A hivatkozások száma csak a formálisan is publikált hivatkozó művek esetében értelmezhető. A nem publikált művekben, például kéziratokban, szakdolgozatokban fellelt hivatkozások száma e szempontból lényegtelen.
- A világ rangosabb nemzetközi szakfolyóiratainak hivatkozási listáit feldolgozza például az **ISI Web of Science**, vagy a **Scopus** adatbank.
- Nyílt elérésű, és emiatt egyre népszerűbb, de a teljesség szempontjából megkérdőjelezhető rendszert indított **Google Scholar** néven az ismert informatikai óriásvállalat. Ezeket használva a különböző kutatók idézettsége az adott indexelő szolgáltatás körén belül vizsgálható.
- Az újabban előfeltétellé és nélkülözhetelenné váló idézettségi adatok nyilvántartása érdekében sok kutató saját listát is vezet, ami a fentiektől eltérő eredményeket adhat.



Impaktfaktor (hatástényező, Garfield-index), MCQ

- A folyóiratok egy fontos, idéztelemzésen alapuló minősítője valamely szakfolyóirat idézettségét jelző mutató.
- Az impaktfaktor egy vizsgált folyóirat 2 egymást követő évfolyamában közölt cikkeinek a – cikkek számával arányosított – átlagos idézettsége a rákövetkező 3. tárgyévben.
- Az IF értékének kiszámítása a Thomson Institute for Scientific Information (korábbi nevén: Institute for Scientific Information, ISI) adatbázisai alapján történik.
- A folyóiratok impaktfaktora évről évre változik. Konkrét esetben a cikk megjelenésének évére vonatkozó értékről – ennek hiányában – a legutóbbi értékről beszélünk.

- Az MCQ (Math Citation Quotient) egy folyóirat 5 egymást követő évfolyamában közölt cikkeinek a – cikkek számával arányosított – átlagos idézettsége a rákövetkező 6. tárgyévben.
- Az MCQ értékének kiszámítása a MathSciNet adatbázisai alapján történik.



Impaktfaktor (hatástényező, Garfield-index)

— A szerzők általában törekszenek cikkeiket a lehető legmagasabb impaktú lapban publikálni, hiszen ott egyrészt több hivatkozást remélhetnek, másrészt szakmai szempontból ezek a folyóiratok általában nagyobb presztízsűek. Ezen alapszik, hogy a szerzők egyes cikkeire, illetve teljes munkásságára is szokás összesített (kumulatív) impaktfaktor értékeket számolni, *noha ez ellenkezik a mérőszám bevezetésének eredeti céljával.*

— „Impakt faktor a számlálóban”: Ilyenkor az impakt faktor a publikációs stratégia ambíciózusságának, ill. friss publikációk jövőben várható idézettségének megítélését szolgálja.

— „Impakt faktor a nevezőben”: Ilyenkor az impakt faktor az elvárt idézettség mércéjéül szolgál, amihez a ténylegesen kapott idézettséget hozzámérhetjük.



Hirsch-féle h -index

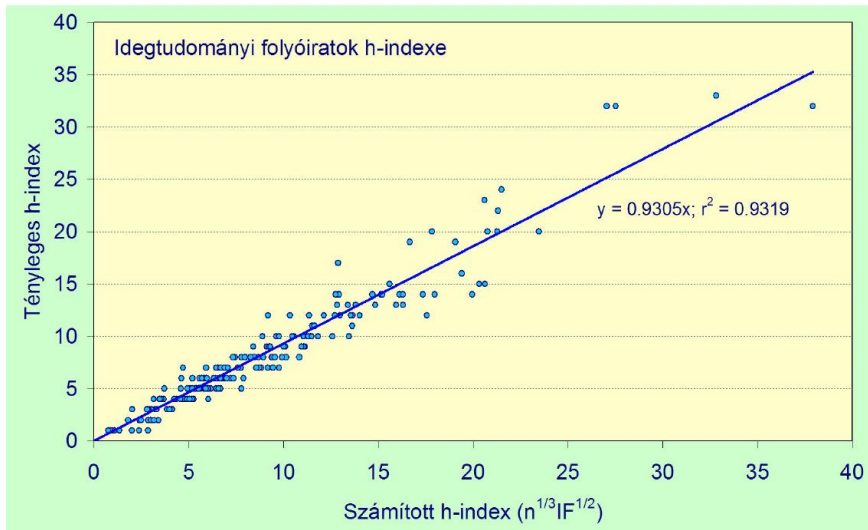
— Definíció szerint "Egy kutató indexe h , ha pontosan h darab olyan cikke van, ami legalább h idézetet kapott (vagyis a többi h -nál kevesebbet kapott)." A magas h -indexű kutató tehát sok, erősen idézett cikket publikált.

— A kutatói gyakorlatban 6-7-es h -index értéket viszonylag könnyű elérni, de az index további növelése innen már nehéz. A 20-as h -index már nemzetközileg is figyelemre méltó teljesítmény.

— A h -index (h), a publikációk száma (n) és az átlagos idézettség (x) között egy meglepően egyszerű, és elméleti megfontolásokkal is igazolható összefüggést találhatók: $h \approx n^{1/3} x^{1/2}$. Ez azt is mutatja, hogy bár a h -index egy meglepően eredeti statisztikai ötleten alapszik, lényegében nem kínál új, az eddigiektől független értékelési szempontot.



Az idegtudományi folyóiratok h -indexe



A legmagasabb *h*-indexű folyóiratok

Rang (h)	Folyóiratcím	h-index	n	IF	Rang (IF)
1	NATURE	85	1828	30.979	8
2	SCIENCE	79	1829	29.162	11
3	NEW ENGL J MED	70	753	34.833	5
4	CELL	57	693	26.626	17
5	LANCET	50	1091	18.316	28
6	P NATL ACAD SCI US	48	5490	10.272	81
7	JAMA-J AM MED ASSOC	46	754	21.455	22
8	NAT MED	44	307	30.550	9
9	CIRCULATION	42	2040	11.164	72
10	J BIOL CHEM	42	12895	6.482	179
11	NAT GENET	41	389	26.494	18
12	NAT IMMUNOL	40	266	28.180	12
13	NAT REV MOL CELL BIO	39	147	35.041	4
14	NAT CELL BIOL	37	358	20.268	24
15	GENE DEV	37	549	17.013	34

Rang (h)	Folyóiratcím	h-index	n	IF	Rang (IF)
16	MOL CELL	37	480	16.835	35
17	J EXP MED	37	616	15.302	39
18	J CLIN ONCOL	37	1065	10.864	73
19	J CLIN INVEST	36	703	14.307	44
20	BLOOD	36	2320	10.120	83
21	CANCER RES	35	2450	8.649	105
22	J IMMUNOL	35	3477	6.702	167
23	ASTROPHYS J	35	4815	6.604	169
24	CHEM REV	34	280	21.036	23
25	J AM CHEM SOC	34	5007	6.516	174
26	ANNU REV IMMUNOL	33	50	52.280	1
27	NEURON	33	667	14.109	46
28	EMBO J	33	1387	10.456	80
29	ANGEW CHEM INT ED	33	1952	8.427	108
30	NUCLEIC ACIDS RES	33	1519	6.575	171



A társszerzőség kérdése

— A legtöbb művet ma már nem egy ember írja, hanem szerzők kisebb-nagyobb csoportja. A szerzőség sorrendje gyakran kifejezi az egyéni hozzájárulás mértékét, de sokszor alkalmatlan erre. Az első szerző helyzete rangosabb, mint a mondjuk a lista közepe. Az utolsó szerzőség gyakran "senior" helyzetre utal, ő a szakterület idősebb tekintélye, aki elindította és támogatta a fiatalabbakat a munka megvalósításában.

— Nincs általános szabály arra, hogy a publikációk rangját, értékét kifejezni hivatott mérőszámokat csökkentik-e (pl. elosztják-e) a társszerzők számának növekedésével. Gyakran minden társszerző teljesítményében a közös mű teljes értéke szerepel. Komikus helyzetek adódhatnak, ha például egy tanszék minden dolgozója a közösen publikált munka 100%-át elszámolja önmagának, majd a tanszéki közös teljesítmény kiszámításához a dolgozók egyéni teljesítményét összegezve az adott publikáció már megsokszorozott értékkel jelenik meg.

— Nehéz értelmezni a társszerzőséget, ha egy publikációnak több száz, esetleg több ezer társszerzője van.



A mérőszámok alkalmazásával kapcsolatos ellenérvek

— A mérőszámok jó esetben is csak a munka nemzetközi értékét becsülik. De a tudományos munka egy jelentős hányada regionális jelentőségű ún. „hungarikum”, például a magyar táj védelme, a magyar nyelv ápolása ilyen mérési próbálkozásokban méltánytalanul alulértékelt.

— A különböző tudományterületeken az elérhető eredmények számszerű értéke igen különböző, a teljesítmények ezért nem hasonlíthatók össze. Például az orvostudományban, és általában a természettudományban letisztultabbak a szabályok, egy jelentős eredményt könnyebben lehet citációkkal jellemezni.

— Míg a társadalomtudományokban – például tipikusan ilyen a jogtudomány – egy-egy eredmény csak abban az adott országban vált ki érdeklődést, ahol született.

— Az orvostudományban tipikus az öt-hat társszerzős néhány oldalas cikk, a jogtudományban szinte mindig egyszerezős, általában 15 folyóiratoldalt kitevő tanulmány a jellemző, amelyet elmélyült, hosszas kutatás és bibliografizálás előz meg.



A mérőszámok alkalmazásával kapcsolatos ellenérvek

Vannak szakmaspecifikus teljesítmények, például egy növénynemesítő esetében az általa létrehozott, elfogadott és természetbe vont növényfajták száma. Vannak továbbá üzleti, államigazgatási vagy katonai okok miatt titkos, bizalmas, belső szakértői munkák, melyek jellegüknél fogva nem publikálhatók. Ezért ezek a teljesítmények nem hasonlíthatók a más területeken elért teljesítményekhez.

Az eredmények publikálási kudarcra olykor nem a kutatás silányságát, hanem a szerkesztők és opponensek munkájának hibáit tükrözik. Például mikor Edward Jenner felfedezte az emberiség egyik legpusztítóbb betegsége, a himlő elleni vakcinázást, szerette volna tanulmányát korának legrangosabb fórumán publikálni. A Londoni Királyi Társaságtól kapott elutasító levélben ez állt: „A Társaság Tagjának óvatosnak kellene lennie, és nem volna szabad kockára tennie megbecsültségét azáltal, hogy olyasmit nyújt be a tanult testület elé, ami ennyire eltér az elfogadott ismeretektől, ráadásul ennyire hihetetlen.”



Támogató érvek a mérőszámok alkalmazásáért

- A mérőszámok által a kutatók megmutathatják munkáltatójuknak, hogy munkájuk hazai és nemzetközi összehasonlításban versenyképes.
- Az intézmények vezetői megmutathatják a politikai döntéshozóknak, hogy intézményük jól működik, és versenyképes terméket állít elő.
- A politikai döntéshozók végül meggyőzhetik a választókat arról, hogy a tudományra költött adó nem elpocsékolt pénz.
- Bár egyetlen mérőszám használata félrevezető és kijátszható volna, de számos különböző mérőszám párhuzamos figyelembevétele már a valós teljesítményről ad egy hozzávetőleges becslést.



Támogató érvek a mérőszámok alkalmazásáért

- A regionális jellegű kutatások rendszerint gyakorlati jellegűek, a tudománymetria pártolói szerint ezeket a gazdasági élet szereplőinek kellene megfizetniük. Ezután művelőiket már nem fogja sérteni az, hogy a tudománymetriai mérőszámok főként az alapkutatást értékeli.
- A tudománymetria melletti további érv szerint a legtöbb mai kutató nem olyan gyökeresen új felfedezésen dolgozik, mint egykor Albert Einstein. Nem tisztázott, hogy ha a tudományban járatlan döntéshozók nem a fenti elvek alapján osztják szét köztük a rendelkezésre álló pénzt, álláshelyeket, és más erőforrásokat, akkor milyen más elvek alapján kellene ezt megtenniük.



Predátor folyóiratok

Az olyan open-access folyóiratokat, amelyek megkérdőjelezhető módon (referátlanul, pénzért, szerkesztetlenül) publikálják a benyújtott cikkeket predátor folyóiratoknak nevezzük. Ezek egyre bővülő **Jeffrey Beall**-féle listája megtalálható itt: <https://scholarlyoa.com/>

Publishers	
Year	Number of publishers
2011	18
2012	23
2013	225
2014	477
2015	693
2016	923

Standalone journals	
Year	Number of journals
2013	126
2014	303
2015	507
2016	882



Eltérített folyóiratok

Wikipedia: A hijacked journal is a legitimate academic journal for which a bogus website has been created by a malicious third party for the purpose of fraudulently offering academics the opportunity to rapidly publish their research online for a fee

In 2012, cyber criminals began hijacking print-only journals by registering a domain name and creating a fake website under the title of the hijacked journals. The first journal to be hijacked was the Swiss journal Archives des Sciences. In 2012 and 2013, more than 20 academic journals were hijacked. In some cases, forgers find their victim in conference proceedings, extracting authors' emails from papers and sending them fake calls for papers.

2016-ban 101 eltérített folyóiratról lehet tudni.



Ajánlott irodalom

1. Bencze Gy, 2006. H-index: egy új javaslat az egyéni tudományos teljesítmény értékelésére. Magyar Tudomány, 166, 88-91.
2. Hirsch JE, 2005. An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 102 (46), 16569–16572.
3. Marton J, Varró A, Varró V, 2004. Impaktfaktor és tudományos teljesítmény. Magyar Tudomány, 12, 1395-1403.
4. Marton J, Pap K, Hulesch H, 2006. Impakt faktor és kutatási teljesítmény – az értékelés gyakorlata. Magyar Tudomány, 166, 92-98.
5. Papp Z, 2004. A tudományos teljesítmény mérésének problémáiról. Magyar Tudomány, 49, 232-40.
6. Papp Z, 2006. Mire és hogyan nem lenne szabad használni az impakt faktort? Magyar Tudomány, 166, 99-103.
7. Rózsa L, Papp L, 2009. A csoportmunka eredménye mint egyéni érdem – és egyéb megjegyzések a Köztestületi Publikációs Adattár használatáról. Magyar Tudomány, 2009/01, 95–102.
8. Dudás A, 2008. Tudományos önismeret: az egyetemi bibliográfiák szükségességéről és egy bölcsészettudományi oktatói publikációs adatbázisról. Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 55. évf. 3. sz., 107–125.

