
JÁRVÁNY ÉS TUDOMÁNYMETRIA

SCHUBERT ANDRÁS,¹ SCHUBERT GÁBOR²

TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

ANDRÁS SCHUBERT – GÁBOR SCHUBERT: EPIDEMICS AND SCIENTOMETRICS

An attempt is made to discuss the surprisingly multifaceted intertwinement between the two apparently distant concepts of epidemics and scientometrics. The paper is dealing with the epidemiological models of the propagation of information, in general, and of scientific information, in particular, and with the scientometric analysis of the literature of various epidemics. Particular attention is paid to the scientometric and altmetric aspects of one of the hottest topics of our days: the COVID pandemics.

Cikkünkben két látszólag távol eső fogalom, a járvány és a tudománymetria meglepően sokrétű kapcsolatrendszerét próbáljuk körüljárni. Szó esik az információ – különösképpen a tudományos információ – terjedésének epidemiológiai modelljeiről, a különféle járványok tudományos irodalmának tudománymetriai elemzéséről, és természetesen külön foglalkozunk napjaink legaktuálisabb témájának, a COVID-járványnak a tudománymetriai és altmetriai vetületeivel.

BEVEZETÉS

’Járvány’ szavunk alakja és jelentése az évszázadok során több változáson ment keresztül. Eredete nyilvánvalóan a ’jár’ igére vezethető vissza. Már a XVII. században biztosan létezett (tehát nem nyelvújítási vívmány), és eleinte ’járovány’ vagy ’járvány’ alakban fordult elő. Többféle betegséget, főként izületi betegségeket, köszvényt jelöltek vele. Jelzőként használták („járvány nyavalya”), csak a XIX. század második felében önállósult főnévként.³ Eleinte bármiféle endémiás (régies szóval „népben eredő”) vagy epidémiás („népelborító”) betegség jelzőjeként használták, de Bugát Pál már egyértelműen „epidemicus” jelentéssel tartja nyilván.⁴

¹ Schubert András PhD, Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ, Budapest

² Schubert Gábor, Stockholms universitetsbibliotek, Stockholm

³ Szily (1902)

⁴ Bugát – Schedel (1833)

Már a XIX. század elején találkozhatunk a szó átvitt értelmezésével, amikor nem betegségre, hanem valamilyen más, „ragályosan”, vagyis emberről emberre terjedő dologra (eszmére, tevékenységre) vonatkoztatják. „A Musák járvány istenségek”, írja *Kazinczy Ferenc* önéletrajzában,⁵ amivel alighanem arra utal, hogy a művészetek fokozatosan, egymás követésével, „fertőzésével” terjednek el a közösségekben. A XX–XXI. századok azután az eszmék, divatok, miegyebek számtalan „járványát” hozták; manapság talán az internet mémjei a legnyilvánvalóbb példák.

A ’tudománymetria’ szó sokkal rövidebb múltra tekinthet vissza. Az általánosan elfogadott vélekedés szerint a szó a szovjet *Vaszilij V. Nalimov* és *Zinajda M. Mulcsenko* könyvének címe, az orosz наукометрия fordításaként jelent meg mind az angol, mind a magyar szaknyelvben.⁶ Érdekességként megjegyezzük, hogy a Nalimov-könyv angol fordításának címében nem szerepel a ’scientometrics’ szó. A kifejezés a 70-es évek közepétől fordul elő az irodalomban,⁷ de szélesebb körű elterjedése a *Scientometrics* folyóirat *Braun Tibor* nevéhez fűződő 1978-as megjelenésétől számítható. A tudománymetria szó magyarországi karrierje *Dobrov* könyvének magyar nyelvű megjelenéséhez köthető.⁸

A „járvány” és a „tudománymetria” találkozása sajátos módon megelőzi a tudománymetria tényleges megjelenését. Ez úgy értendő, hogy a tudománymetriának még nem nevezett, de lényegében pontosan abba a témakörbe tartozó jelenségnek, a tudományos információ terjedésének a modellezésére már 1964-ben megkísérelték a járványterjedési modellek alkalmazását.⁹

Cikkünk első részében ennek a modellnek, és későbbi fejleményeinek a kérdéseivel foglalkozunk, majd rátérünk a járvány és a tudománymetria további, szerteágazó kapcsolatainak bemutatására.

A JÁRVÁNYELMÉLET MODELLJEI

Az emberiség története, amit egy időben az osztályharcok történetének minősítettek, egyszersmind a járványok története is. Az emberiség évezredekken keresztül élt – és sajnos él – együtt a járványokkal, és emberi természetének megfelelően próbálta azokat művészi módon ábrázolni, és tudományos módon megérteni. A tudományos megértés, megismerés egy haladottabb formájaként jelentek meg a járványok terjedésének mennyiségi, matematikai modelljei.

⁵ Kazinczy (1879)

⁶ Налимов (1969); Nalimov (1971); Nalimov (1980)

⁷ Lásd pl. Price (1975a); Price (1975b)

⁸ Dobrov (1973); lásd Gábor Éva 1974-es könyvismertetését: Gábor (1974)

⁹ Goffman (1964); Daley (1964)

Ismereteink szerint elsőként *Daniel Bernoulli*¹⁰ kísérte meg matematikai módszerrel leírni a himlő terjedését, hogy ezzel is alátámassza a varioláció (legyen-gített himlővírussal való szándékos megfertőzés) hatásosságát a himlő megelőzésé-ben (1. ábra).

SUR UNE
NOUVELLE ANALYSE DE LA MORTALITÉ
Causée par la petite Vérole, & des avantages
de l'Inoculation pour la prévenir.

1. ábra *Daniel Bernoulli* (1766) cikkének címsorai

Bernoulli egy egyszerű determinisztikus modellt javasolt, amellyel egy t éve született $w(t)$ korcsoportban meghatározta a még meg nem fertőzött, „fogékony” népesség $x(t)$ nagyságát. Egyszerűsítő feltételezése szerint a himlővel való megfertő-ződés esélye egy állandó (a), a megfertőzöttek egy bizonyos eséllyel (b) azonnal meghalnak, a többiek felgyógyulnak és immunisak lesznek. Ezekkel a feltételezésekkel a

$$x(t) = w(t) / ((1 - a)e^{bt} + a)$$

összefüggéshez jutott. Egy korabeli demográfiai táblázat alapján kiszámította, hogy az $a = 1/8$, $b = 1/8$ közelítéssel a variolációval immunizálva a lakosságot a születéskor várható élettartam 26 év és 7 hónapról 29 év és 9 hónapra növekedne.

Megjegyezzük, hogy a szakmai közvélemény nem fogadta egyértelmű helyesléssel Bernoulli nézeteit. *d'Alembert* például kezdetben úgy vélekedett, hogy a varioláció 17-szer veszélyesebb az emberre, mint maga a feketehimlő. Később azért ezt a véle-ményét valamelyest enyhítette. A variolációval kapcsolatos viták hamarosan túlhaladottá váltak, miután 1798-ban *Edward Jenner* bebizonyította a tehénhimlővel való „vakcináció” (‘vacca’ a tehén latin neve) hatékonyságát. A járványterjedés Bernoulli-féle modellje azonban mintául szolgált a későbbi hasonló próbálkozá-sokhoz.

A XIX. század járványtana főként a kórokozók azonosítására és a fertőzések megelőzésére fókuszált; a matematikai modellek háttérbe szorultak. Kivételnek számít a szentpétervári *Pjotr Dmitrijevs En'ko*, aki a kanyarójárvány matematikai leírását adta meg.¹¹ Munkái nem váltak ismertté, bár *Ronald Ross*, valamint *Reed* és *Frost* évtizedekkel későbbi eredményeit előlegezték meg.

Ross, aki a malária kórokozójának felfedezéséért 1902-ben Nobel-díjat kapott, a díjazott felfedezésénél lényegesen nagyobbra tartotta a járványterjedési modelljét,

¹⁰ Bernoulli (1766)

¹¹ En'ko (1889); Dietz (1988)

amelyet matematikus munkatársával, *Hilda Hudson*nal együtt dolgozott ki az 1910-es években (Ross–Hudson-modell). A modell, mint annak idején Bernoullié, determinisztikus volt, vagyis a folyamatot közvetlenül mérhető fenomenologikus változókkal írta le a kémiai kinetikában használatos tömeghatás törvénye mintájára. Ross modelljét a tudománymetria egyik úttörője, *Alfred James Lotka* többrészes tanulmányban elemezte,¹² de nem merült fel benne a két terület összekapcsolásának gondolata. A Ross–Hudson-modell alapján alkotta meg 1927-ben *William Ogilvy Kermack* és *Anderson Gray McKendrick* a ma is használatos kompartment modellek őst.¹³ Ebben a modellben a teljes populációt három csoportba (kompartmentbe) sorolják: a fogékonyak (Susceptible – S), a fertőzöttek (Infected – I) és a gyógyultak (Recovered – R) csoportjába. Ezekkel az úgynevezett SIR-modellekkel sajnálatosan gyakran találkozunk napjaink sajtójában a COVID-járvány modellezése kapcsán.

A modellek másik típusa a sztochasztikus modelleké. Ezekben a folyamatokat leíró paraméterek valószínűségi változók, vagyis értékeik csak korlátozott megbízhatósággal ismertek. Az ilyen modellek jobban leírják a valóságot, de matematikai kezelésük bonyolultabb. Az első ilyen modellt a Johns Hopkins Egyetem két professzora, *Lowell Reed* és *Wade Hampton Frost* alkotta az 1920-as években (Reed–Frost-modell). Modelljüket nemcsak papíron, hanem mechanikus formában, színes golyócskákkal is elkészítették. A máig is alapvetőnek tekintett eredmény tudománytani érdekessége, hogy alkotói a modellt sohasem publikálták. Egyetemi előadásokból, kéziratokból vált ismertté; Reed egy alkalommal TV-előadásban mutatta be a nagyközönségnek elméletüket és a mechanikai modellt.¹⁴ A Reed–Frost modell nagy szerepet játszik a napjainkban oly divatos hálózati járványmodellek megalkotásában.

Az eszmék „járványszerű” terjedését hosszú ideig csak metaforikus értelemben emlegették. A XX. század közepének szociológusai próbálkoztak először az analógia elmélyítésével elsőként szociometriai vizsgálatok értelmezése során.¹⁵ A tudományos gondolatok terjedésének járványelméleti modellezése az 1960-as évek közepén *William Goffman* munkáival kezdődött el.

A TUDOMÁNYMETRIA JÁRVÁNYELMÉLETEI

William Goffman a clevelandi Case Western Egyetemen az információ tárolásának és visszakeresésének problémáival foglalkozott, és barátja, *Eugene Garfield* visszaemlékezése¹⁶ szerint már évek óta foglalkoztatta az információ és a járványok

¹² Lotka (1923a)

¹³ Kermack (1927)

¹⁴ Reed (1951)

¹⁵ Lásd pl. Menzel (1955); Coleman (1957)

¹⁶ Garfield (1980)

terjedésének analógiája, mielőtt orvos kollégájával, *Vaun Newill*-lel 1964-ben közölték első publikációjukat ebben a témában.¹⁷ Ebben a cikkben nemcsak tudományos gondolatok, hanem akár vallási eszmék terjedésének modellezését is megkísérelték. Tisztában voltak a determinisztikus modell korlátaival, de a sztochasztikus modellezés elméleti nehézségei miatt a Kermack–McKendrick-modell egy változatát alkalmazták. A kompartmentek a (gondolatok iránt) fogékonyak, az eszméket terjesztő „fertőzők” és a különféle okokból „eltávozottak” voltak. Elképzelésüket csak elméleti modellként közölték, alkalmazással nem próbálkoztak. Következő cikkeikben már érdeklődésüket a tudományos gondolatok terjedésére fókuszálták, és modelljüket empirikus mintákra is alkalmazták: a hízősejtek kutatásának *Selye János* által összeállított bibliográfiájából, illetve *Church*-nek a szimbolikus logikáról összeállított bibliográfiájából származó adatok segítségével.¹⁸ Már közvetlenül az első *Nature*-cikk megjelenése után reagált rá *Daryl J. Daley* és *David G. Kendall*,¹⁹ utóbbi a kor statisztikájának egyik vezető személyisége volt. Rövid írásukban arra hívták fel a figyelmet, hogy a járványtanban bevált feltételezések az információterjedés modellezésében nem feltétlenül állják meg a helyüket, ezért a felületes analógián alapuló számítások súlyos tévedésekhez vezetnek. Az ő érdeklődésük főként a hírek, híresztelések terjedésére irányult, és hamarosan saját sztochasztikus modellt dolgoztak ki erre.²⁰ A modell egzakt megoldásának híján szimulációs kísérletekkel mutatták be az eredményeket. Mindkét modell jelentős számú követőre talált, és mindmáig évente tucatnyi idézetet kapnak.

Az újabb modellek a társadalmi kommunikáció számtalan módozatát vizsgálják (vallás, divat, addikció, e-mail, blog stb.); a tudományos információterjedésre vonatkozó tanulmányok száma szerényebb. Bettencourt és munkatársai a Feynman-diagramok elterjedését modellezték három tudományos közösségben: az Egyesült Államokban, Japánban és a Szovjetunióban.²¹ A Goffman–Newill-modellt kibővítve a közösségeket öt kompartmentre osztották: a fogékonyak, a terjesztők, az elfogadók, a szkeptikusok és az eltávozók csoportjára. A szerzők a paraméterek alkalmas megválasztásával jól le tudták írni a Feynman-diagramok különböző közösségekben való elterjedésének hasonlóságait és különbségeit. Legújabban *Reia* és *Fontanari*²² éppen Bettencourt és munkatársai eredményeire támaszkodva, de egy egyszerűbb, háromkompartmentes SIR-modell alkalmazásával írták le az idézési dinamikát, és vizsgálták a *Physical Review* folyóiratok egyes sorozataiban a szakterületeik különbözőségéből eredő eltéréseket.

¹⁷ Goffman (1964)

¹⁸ Goffman (1966b); Goffman (1971)

¹⁹ Daley (1964)

²⁰ Daley (1965); Daley (1967)

²¹ Bettencourt (2006)

²² Reia – Fontanari (2021)

A Daley–Kendall-modellnek az utóbbi évtizedben igazi reneszánsza lett az internetes hírek és álhírek terjedése kiterjedt vizsgálatának köszönhetően. A tudományos kommunikáció modellezésére kevésbé használják.

A JÁRVÁNYELMÉLETEK TUDOMÁNYMETRIÁJA

Tudománytörténeti jelentőségű művek évszázados hatását aligha lehet elemi tudománymetriai mutatószámokkal jellemezni, de figyelemre méltó, hogy Daniel Bernoulli 1766-ban megjelent tanulmányát több mint két évszázad után, 1975 és 2021 között a Web of Science (WoS) szerint 68 alkalommal idézték tudományos közleményekben, és ezek közül csak kettő volt történeti, illetve tudománytörténeti témájú. Csak összehasonlításuképpen: *Cavendish*nek az ugyanebben az évben megjelent *Experiments on factitious airs* című munkáját,²³ amelyben a hidrogén felfedezéséről számol be, azonos időszakban 33 cikkben idézték, amelyből 12 tudománytörténeti munka volt.

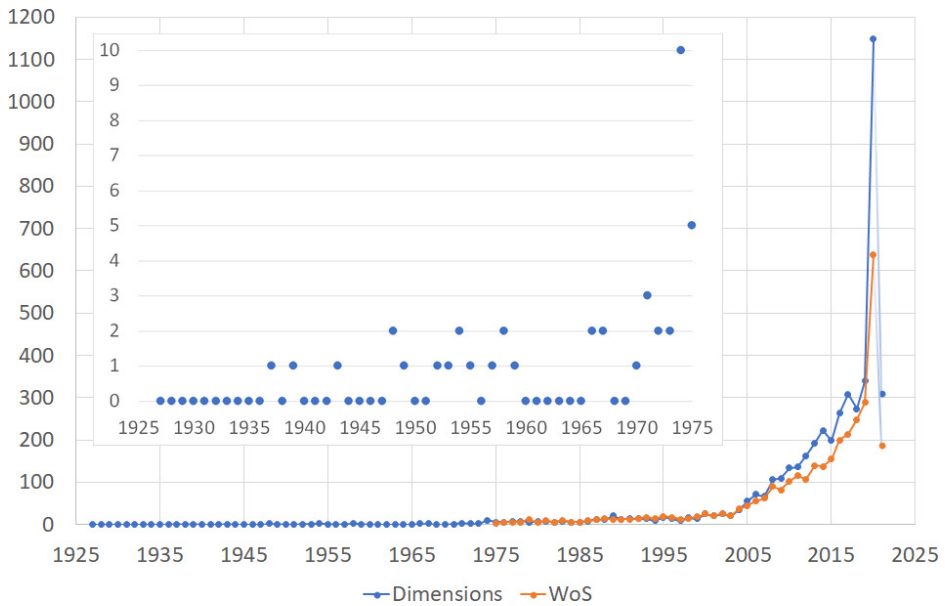
En’ko úttörő munkájának eredeti közleményét a WoS szerint 1985-ig egyáltalán nem idézték, onnantól 2021-ig összesen 16 cikkben, továbbá az 1989-ben megjelent angol fordítást még 15 cikkben (ötben mind a két változatot).

A „modern”, XX. századi járványelméleti alapcikknek idézettsége elég sajátosan alakult. Kermack és McKendrick modelljére²⁴ hosszú ideig csak a szerzőik hivatkoztak. A 2. ábrán a Dimensions- és a WoS-adatbázisok alapján mutatjuk be az idéző cikkek számát a megjelenéstől napjainkig. Bár a WoS-adatok csak 1975-től álltak rendelkezésre, az ilyen korlátokkal nem rendelkező Dimensions-ban sem látható számottevő idézettség a század végéig. A 2010-es években azután – mondhatnánk – „berobbant” a járványelmélet. Kermack és McKendrick modellje a járványok korszerű leírásának és előrejelzésének egyik sarokköve lett. Ennek megfelelően a cikk idézettsége elképesztő magasságokba szökött, és jelenlegi ismereteink szerint aktualitása a közeljövőben sajnos aligha fog csökkenni.

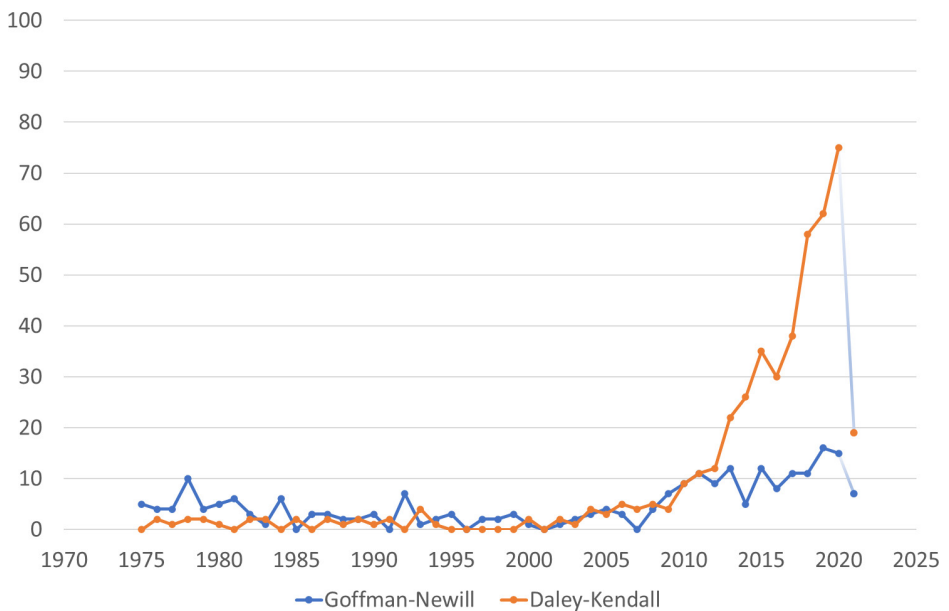
Az információterjedés járványelméleteinek idézettségi története eléggé hasonlóan alakul. Goffman és Newill, valamint Daley és Kendall modelljei iránt az első cikkek 1964-es megjelenését követő években mérsékelt volt az érdeklődés; a kettő közül a Goffman–Newill-cikkek voltak valamelyest idézettebbek. A „nagy ugrás éve” itt is 2010 volt. Ezt követően a Daley–Kendall-modell iránti érdeklődés rendkívül megnőtt, a Goffman–Newill-modell esetében ez a növekedés mérsékeltebb maradt. A különbséget egyrészt az okozza, hogy a sztochasztikus Daley–Kendall-modell jobban illeszkedik a „hálózati járványtan” korszerű trendjébe. Másrészt a kifejezetten a hírek, híresztelések terjedésére kihegyezett Daley–Kendall-modell szinte kínálta magát a közösségi hálózatokban – mindenekelőtt a Facebookon – megjelenő

²³ Cavendish (1766)

²⁴ Kermack (1927)



2. ábra A Kermack-cikket (1927) idéző cikkek száma évenként a WoS- és a Dimensions-adatbázisban



3. ábra A két modell alapcikkét idéző cikkek száma évenként a WoS-adatbázis szerint

álhírek terjedésének megértésére és lehetőleg megakadályozására szolgáló módszerek kifejlesztésére.

A 3. ábrán a két modell alapcikkeit²⁵ idéző cikkek számát mutatjuk be a WoS-adatbázis 1975–2021 időszakra vonatkozó adatai alapján.

A 2. és 3. ábra idézettség-történetei jellemzően azt a képet mutatják, amit a tudománymetria „késleltetett elismerésnek”,²⁶ vagy „Csipkerózsika-hatásnak”²⁷ nevez. Egy hosszabb „alvási” (vagy legalábbis – mint a Goffman–Newill-modell esetében – „szunyókálási”) periódus után ébred fel a cikk, és kezdi kifejteni idézettségi hatását. A történetben gyakran szerepel egy (vagy több) „herceg” is: olyan cikkek, amelyek felébresztik az érdeklődést a szunnyadó mű iránt. Az itt vizsgált példákban a „herceg” szerepét nem sikerült tetten érni; lehet, hogy egy alaposabb vizsgálat, az idéző cikkek részletesebb áttanulmányozása eredményre vezetne.

Érdekességként megjegyezzük, hogy az információtudomány egyik vezető folyóirata, a *Journal of the Association for Information Science and Technology* 2018-ban „hadjáratot” hirdetett a Csipkerózsika-metaphora ellen, megengedhetetlen nemi előítéleteket vélni benne felfedezni. A szunnyadó cikkekre a „hibernátor” megnevezést javasolták. A kezdeményezés néhány követőre talált is, de a többség változatlanul hisz a mesékben. Az erkölcsi ítéletet az olvasóra bizzuk.

Feltűnő lehet, hogy a felsorolt elméletek, modellek nagy része megalkotójuk nevét viseli. Eponimiának nevezik azt a gyakorlatot, amikor dolgokat személyek nevéől neveznek el. Ez évezredes szokás az élet legkülönbözőbb területén; az ókori asszír időszámítás például az éveket hivatalban lévő hatalmasságok nevével jelölte. A tudományban is előszeretettel használták és használják ezt a módszert, bár az orvosi gyakorlatban való alkalmazásával kapcsolatban a *Journal of the American Medical Association* egy szerkesztőségi cikkben már 1910-ben kétségeket fogalmazott meg.

A téma egyik tanulságos és szórakoztató olvasmánya Stephen M. Stigler tanulmánya.²⁸ A saját magát eponimizáló törvényében a szerző azt állítja – és számos példán illusztrálja –, hogy az eponimákat sohasem az illető fogalom tényleges felfedezőjéről nevezik el. Természetesen a törvény önmagára is igaz: Stigler készséggel beismeri, hogy a gondolat Robert Mertontól származik (akinek a tiszteletére kiadott kötetben jelent meg az írás).

Az eponimák jelentőségét a tudománymetria is felismerte.²⁹ Stigler törvénye óva int attól, hogy túl nagy jelentőséget tulajdonítsunk a névadás gesztusának, de kétségtelen, hogy az esetek döntő többségében az eponimizálódás a névadó személyének, munkájának valamiféle elismerését jelenti.

²⁵ Goffman (1964); Goffman (1966); Goffman (1967); Goffman (1971); Daley (1964); Daley (1965); Daley (1967)

²⁶ Glänzel (2003)

²⁷ van Raan (2004)

²⁸ Stigler (1980)

²⁹ Lásd pl. Garfield (1983); Cabanac (2013); Schubert (2014)

Az eponimák komolyabb tanulmányozásához legalább két cikket kell megtalálni: azt a cikket, amelyre a névadást alapozzák, és azt, amelyben először előfordul az eponima. (Stigler törvénye szerint esetleg még azt is, ahol a szóban forgó gondolat valójában először megfogalmazódott.) Ezek egyike sem egyszerű feladat. A Reed-Frost-modell esetében éppenséggel tudjuk, hogy a névadás nem köthető megjelent publikációhoz.

A Kermack–McKendrick-modell esetében az eredeti cikket illetően elég nagy az egyetértés.³⁰ A Dimensions-adatbázisban való alapos kutatás eredményeképpen azt találtuk, hogy az elnevezés először 1948-ban jelent meg a szakirodalomban. Érdekes módon, egy pszichológiai cikk³¹ talált analógiát a hangulatok továbbterjedése és a kolerajárvány terjedésének Kermack és McKendrick szerinti értelmezése között. („The rate of conversion of persons from one mood to another is taken to be proportional both to the number of susceptible persons and to the number of influencing persons, as in Kermack and McKendrick's theory of epidemics of cholera”). A Kermack–McKendrick-elmélet elnevezést azonban ez a cikk sem honosította meg. Bailey 1957-ben megjelent könyvében³² többször is hivatkozik Kermack és McKendrick „küszöb”-tételére („Threshold Theorem”). Goffman (1964) a Bailey-könyvre hivatkozik, és nem említi az eredeti forrást; ugyanez a helyzet a Daley-cikkben, de ott a szövegben szerepel a Kermack–McKendrick-járvány kifejezés.³³ Kermack–McKendrick-tételről („theorem”) beszél, egy későbbi cikkének pedig már a címében is szerepel a Kermack–McKendrick-elmélet („theory”).³⁴ Innentől kezdve az eponima több-kevesebb rendszerességgel előfordul a szakirodalomban, a 2000-es évektől kezdve pedig az eredeti cikk idézettségéhez hasonlóan „járványszerűen” terjed (persze meg sem közelíti az idézetek számának ezres nagyságrendjét).

Az információterjedés járványmodelljeinek forráscikkei 1964-ben jelentek meg.³⁵ Bartholomew (1967) könyvében³⁶ külön alfejezetet szentel a „Daley–Kendall-modellnek”, feltehetően ez az első eponimizált változat. A Goffman–Newill-elmélet eponima megjelenésére még két évet kellett várni.³⁷ A modellek eponimikus elnevezése rendszeresen, bár az idézeteknél (lásd 3. ábra) lényegesen kisebb számban azóta is előfordul a szakirodalomban, nem ritkán együttesen.³⁸

³⁰ Kermack (1927)

³¹ Richardson (1948)

³² Bailey (1957)

³³ Goffman (1966a)

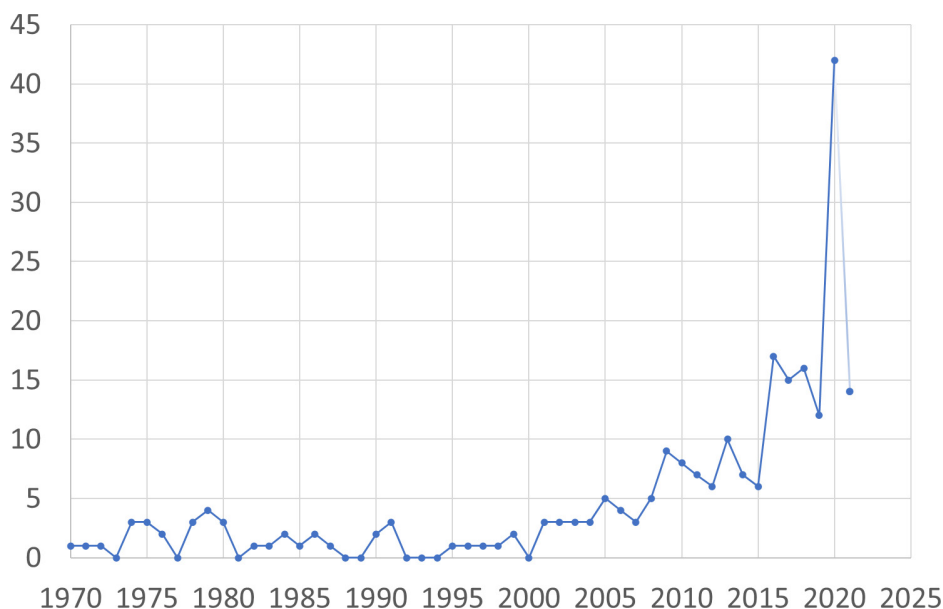
³⁴ Goffman (1970)

³⁵ Goffman (1964); Daley (1964)

³⁶ Bartholomew (1967)

³⁷ Fairthorne (1969)

³⁸ Lásd pl. Sharma (1983); Martins (2020)



4. ábra A Kermack-McKendrick eponima előfordulása a szakirodalomban 1970–2021 között (a Dimensions adatbázis alapján)

A JÁRVÁNYOK SZAKIRODALMÁNAK IDŐBELI ALAKULÁSA

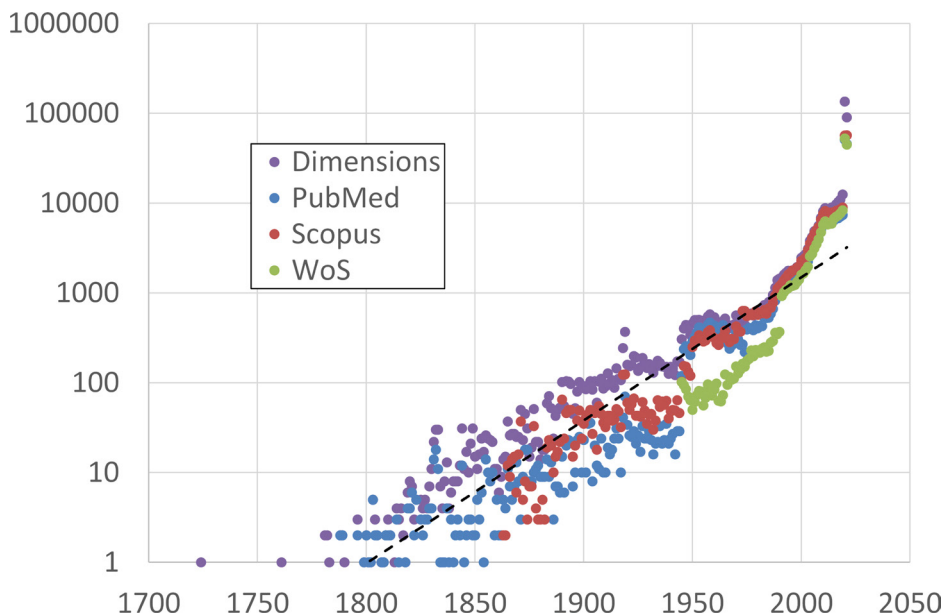
Ahogy mondani szokás: „már az ógörögök is ismerték a járványokat”. Sőt, nemcsak ismerték, hanem írtak is róluk. Az európai irodalom első fennmaradt remekműve (amelyet azóta is kevésszer sikerült felülmúlni), *Homérosz Iliásza* egy járvánnyal kezdődik. Az első ének címe is: *A dögvész – Akhilleusz haragja*. Azt is megtudhatjuk, hogy ez az első „megénekel” járvány állatokról terjedt át az emberre.

„Kezdetben csak az öszvérekre s a fürge kutyákra
lőtte hegyes nyilait, de utána magára a népre:
szüntelen és sűrűn tetemek máglyái lobogtak.”³⁹

A „dögvésszel” kapcsolatos tudományos publikációk megjelenése szinte egyidős a tudományos publikálás megjelenésével. A *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* legelső évfolyamában, 1665-ben megjelent egy beszámoló egy ukrainai dögvészről.⁴⁰ Ebben az időben a „plague” szó még éppúgy jelentett állati eredetű pusztítást (esetünkben sáskajárást), mint mikrobiális eredetű betegségeket.

³⁹ Devecseri Gábor fordítása. <https://mek.oszk.hu/00400/00406/html/01.htm#1>

⁴⁰ Anonim (1666)



5. ábra A járványokkal foglalkozó teljes szakirodalom mérete (az „EPIDEMICS OR PANDEMICS” keresőkifejezésre kapott találatok száma) 1700-tól napjainkig

Egy 1694-es cikk⁴¹ azonban már egyértelműen az „epidémia” szót használja, és egy korabeli influenzajárvány – nevezetesen a dublini – pontos leírását adja meg.

Az ezt követő évszázadok során a járványokkal kapcsolatos szakirodalom növekedését a szakirodalmi adatbázisok segítségével próbálhatjuk meg felbecsülni. Az egyes adatbázisok a különböző időszakokban meglehetősen eltérő és nehezen összemérhető adatokat szolgáltatnak. A bő három évszázad adatait négy adatbázis: a Dimensions, a PubMed, a Scopus és a Web of Science adatai segítségével kíséreltük meg követni. Az adatbázisokban a keresést az „EPIDEMIC* OR PANDEMIC*” keresőkifejezéssel a publikációk címében, absztraktjában és kulcsszavai között végeztük. Az 5. ábra tanúsága szerint a négy adatbázis adatai többé-kevésbé egybevágnak. Az utolsó évtől (2020) eltekintve a pontok egy kb. 20 éves kétszereződési idejű exponenciális növekedési görbére illeszkednek. Mivel ez lényegében megegyezik a tudományos szakirodalom növekedésének általános ütemével, történeti távlatban a járványok kutatása „átlagos” mértékben járult hozzá a tudományos ismeretek felhalmozásához.

A görbéken megfigyelhetők azok a kisebb „kilengések”, amelyek néhány nevezetes járványhoz köthetők. 1918–1920-ban a H1N1 influenza („spanyolnátha”), az 1940–1950-es évek fordulóján a poliomyelitis („gyermekbénulás”), 1980-tól az AIDS, 2000-ben a SARS, 2010-ben pedig a H1N1 újabb hulláma („sertésinflu-

⁴¹ Molineux (1694)

enza”) nyomán lendültek meg a járványtani kutatások. Végül 2020-ban a COVID megjelenése egy teljes nagyságrenddel növelte meg a kutatások – publikációkban is tükröződő – intenzitását.

A JÁRVÁNYOK SZAKIRODALMÁNAK TUDOMÁNYMETRIAI VIZSGÁLATA

Az első olyan tudománymetriai elemzések, amely valamilyen járványkutatási témára irányultak, az AIDS szakirodalmával foglalkoztak.⁴² A Self által vizsgált 1982–1987 közötti időszakban a témáról évente megjelent cikkek száma és az azokat közlő folyóiratok száma is százszorosára nőtt. Figyelemreméltó, hogy a szerző a tudományos folyóiratokban megjelent publikációkon kívül az AIDS-téma publicisztikai megjelenését is vizsgálat tárgyává tette, ezzel pedig a manapság oly divatos „societal impact of science” elemzések egyik előfutárának is tekinthető.

A következő években az AIDS irodalmát előszeretettel választották tudománymetriai elemzések tárgyául, alighanem részben a várható nagyobb érdeklődés – és ezáltal talán idézettség – reményében. Mára már közel száz cikk jelent meg ebben a témakörben.

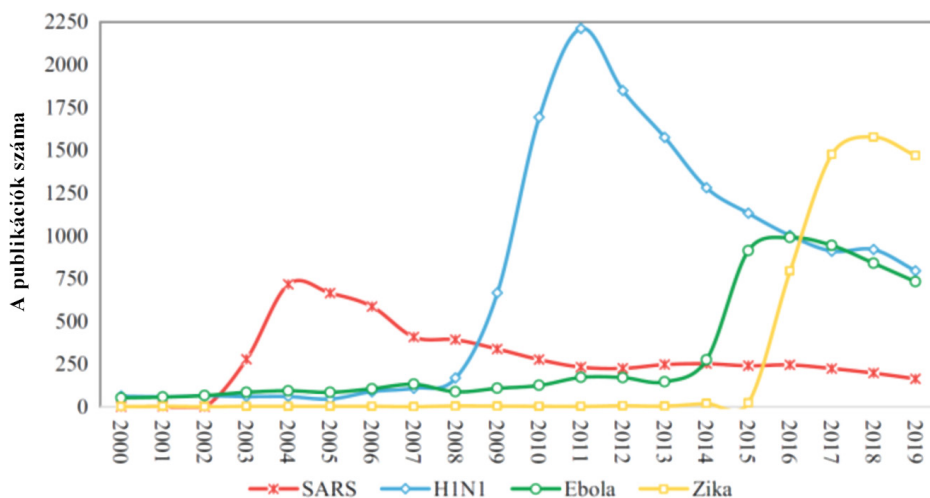
Az ezredforduló körüli évtizedek sajnálatosan bővelkedtek a járványokban. Ez drámaian megnövelte az igényt a járványtani kutatásokra. Ennek eredménye jól látható a 6. ábra utolsó, felívelő szakaszán. Az AIDS utáni legjelentősebb járványok: a SARS, az ebola, a zika és az influenza különféle változatai szakirodalmának elemzése sorra megjelent a tudománymetriai irodalomban, így a *Scientometrics* folyóiratban is.⁴³ E járványok kutatásának kitűnő áttekintő elemzését találhatjuk *Wolfgang Glänzel* és munkatársainak cikkében.⁴⁴ A publikációs tevékenység dinamikáján (lásd 7. ábra) kívül a kutatások földrajzi eloszlását, az együttműködések szerkezetét, a tematikus összefüggéseket és a finanszírozásra vonatkozó információkat is tárgyalja a cikk.

A négy említett járvány szakirodalmi adatainak elemzése mellett a cikk előzetes információkkal szolgál az éppen kezdődő COVID-járvánnyal kapcsolatos irodalom adatairól. Már az első néhány hónap után nyilvánvaló lett, hogy a COVID-dal kapcsolatos publikálási aktivitás minden képzeletet felülmúló méreteket ölt. A járvány első három hónapjában a PubMed kétezernél, a medRxiv preprint repozitórium ezernél több cikket, illetve kéziratot regisztrált a témában. Ez az összes korábbi járvány teljes irodalmával összemérhető érték.

⁴² Gupta (1988); Self (1989)

⁴³ Lásd pl. Chiu (2004); Oleynik (2015); Tian (2015); Lucas-Dominguez (2021)

⁴⁴ Zhang (2020)



7. ábra Négy járvány szakirodalmának időgörbéi (Zhang, 2020) nyomán. Adatforrás: Web of Science

2020 és 2021 folyamán valódi információrobbanás következett be. Jelenleg (2021. augusztus) a PubMed és a Web of Science egyaránt több mint 150 000 COVID témájú cikk adatait tartalmazza. Ennek a publikációáradatnak a tudománymetriai elemzésével máig több mint 300 cikk foglalkozott. Ezeknek az elemzéseknek a döntő többsége – ami a felhasznált adatokat illeti – már a publikálás pillanatában elavult. Egy 2021. májusában beküldött és júliusban megjelent cikk (Su, 2021) 51 047 publikáció adatait dolgozza fel, vagyis a jelenleg rendelkezésre álló mennyiség alig egyharmadát. Ez egyáltalán nem kirívó példa. Ezek közül a cikkek közül csak azoknak tulajdoníthatunk maradandó értéket, amelyekben az adatok valójában csak példaként szolgálnak valamilyen újszerű módszer vagy szemlélet bemutatásához. Ugyanakkor a szerzők – nem alaptalanul – abban reménykednek, hogy a COVID-témára irányuló felfokozott figyelemből rájuk is jut valamennyi, ami azután a használati, letöltési, idézettségi statisztikákban megjelenik.

Fassin (2021) arra hívja fel a figyelmet, hogy a COVID szakirodalmi „robbanása” romboló hatással lehet a tudománymetriai indikátorok többé-kevésbé stabil rendszerére. Ugrásszerűen változnak meg a vele kapcsolatos szerzők, intézmények, folyóiratok, szakterületek idézettségi értékei, és ezáltal az ezeken alapuló értékelési, rangsorolási módszereket alaposan újra kell gondolni.

Mivel a koronavírusok kutatása több évtizedes múltra tekinthet vissza, nem meglepő, hogy a COVID kutatása során sok régebbi publikációt újra felfedeznek, vagyis – a cikkünkben már korábban említett terminológia szerint – felébrednek „Csipkerózsika-álmukból”.⁴⁵

⁴⁵ Haghani (2021)

A COVID kutatása nemcsak a publikációk mennyisége, hanem a megjelenés sebessége tekintetében is rekordokat döntöget. Ennek elkerülhetetlen következménye a publikált véletlen (vagy kevésbé véletlen) tévedések, hibás eredmények megnövekedett arányú előfordulása. A tudományos szakirodalomban szokásos módon ezek a cikkek helyesbítését, vagy súlyosabb esetben visszavonását eredményezik, amelyek most a megszokottnál sokkal nagyobb bőségben kínálják magukat elemző tanulmányozásra.⁴⁶ Egy, a cikkvisszavonások nyilvántartására és elemzésére specializálódott blog jelenleg közel 150 COVID-témájú visszavont cikket tart nyilván⁴⁷ (Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy – a szenzációhajhász sajtóvéleményekkel ellentétben – ezek a helyesbítések és visszavonások nem a tudomány megbízhatatlanságának a jelei, hanem éppen ellenkezőleg, a tudomány önjavító mechanizmusának fontos és hasznos elemei. Csak álmodni merhetünk arról, hogy az élet más területein is olyan hatékonyan ismernék fel és be a hibákat, ahogyan azt a tudományban teszik.)

A JÁRVÁNYOK ÉS A JÁRVÁNYKUTATÁS MEGJELENÉSE A KÖZÖSSÉGI MÉDIÁBAN

A járványoknak a közösségi médiában való megjelenését 2009 óta vizsgálják a kutatók. Az AIDS és a H1N1 influenzajárvánnyal, majd más helyi és globális járványokkal kapcsolatos Facebook- és Twitter-bejegyzések elemzése érdekes és értékes adatokat szolgáltatott a lakosság viselkedésének megismeréséhez és a hatások kommunikációs lehetőségeinek a bővítéséhez. 2019-ig körülbelül 1000 cikk jelent meg a járványok és a közösségi média kapcsolatának témájában. A COVID ebben is drámai változást hozott. 2020 kezdetétől 2021 augusztusáig a COVID-nak a közösségi médiában való megjelenéséről közel 3500 publikáció jelent meg.

2010 az altmetria zászlóbontásának időpontja is. Ez a szakterület – akkoriban inkább mozgalomnak volt tekinthető – a tudományos kutatás hatását a tudományon belüli visszhang (szakértői vélemények, idézetek) mellett (vagy éppenséggel helyett) a tudományon kívüli visszhang: a médiában, mindenekelőtt a közösségi médiában való jelenlét alapján próbálta lemérni. A COVID előtti időszakban tudomásunk szerint egyetlen brazil kutatócsoport foglalkozott a járványkutatás (konkrétan a zika vírus) altmetriai vizsgálatával.⁴⁸ A COVID altmetriai vonatkozásairól másfél év alatt 14 cikk jelent meg. Ezek egy része aligha tartalmaz időtálló ismereteket, de figye-

⁴⁶ Moradi (2020); Teixeira da Silva (2020)

⁴⁷ Retracted coronavirus (COVID-19) papers (2021). In: *Retraction Watch*. <https://retractionwatch.com/retracted-coronavirus-covid-19-papers/>

⁴⁸ Maia (2017); Maia (2019)

lemre méltó általánosabb érvényű mondanivalója lehet például annak a két cikknek, amelyek két végét: a kiemelkedő hatású kutatási eredmények, illetve a visszavonásra esélyes publikációk előrejelzését kísérlik meg altmetriai indikációk alapján.⁴⁹

ZÁRSZÓ

Cikkünkkel talán sikerült meggyőzni az olvasót, hogy a járványok és a tudomány-metria összekapcsolása nem egy önkényes és esetleges társítás. A két terület sokrétű és nem triviális kölcsönhatásban áll egymással. A járványok terjedésének leírására alkotott modellek sikeresen felhasználhatók az információ – és ezen belül a tudományos információ – terjedésének modellezésére is. A tudománymetria módszerei, különösen az együttműködési és tematikus összefüggéseket feltáró strukturális elemzések, térképek eredményesen segíthetik a járványok elleni hatékonyabb fellépést elősegítő kutatásokat.

A 2020-as évben megjelent pusztító COVID-járvány valóságos információs „szökdőarat” keltett az élet minden területén, és ez alól a tudományos kutatás sem lett kivétel. A kutatási eredmények minden eddiginél gyorsabban és szélesebb körben áramlanak szét a társadalomban, és ez óriási felelősséget ró a kutatókra és az információkat közlő, értelmező és értékelő közvetítőkre és elemzőkre. Közéjük sorolnánk a tudománymetria művelőit is, és csak remélni merjük, hogy a többiekkel együtt ők sem vallanak szégyent, és hozzájárulnak e példátlan világjárvány leküzdéséhez.

IRODALOM

- Anonim (1666): Some observations of strange swarms of insects, and the mischiefs done by them: as also of the brooding of snakes and vipers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **1**. 8. 137–138. p. <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1665.0063> <https://doi.org/10.1098/rstl.1665.0063>
- Bailey, Noman T. J. (1957): *The Mathematical theory of epidemics*. London, Griffin.
- Bartholomew, David J. (1967): *Stochastic models for social processes*. New York, London, Wiley.
- Bernoulli, Daniel (1766): Essai d'une nouvelle analyse de la mortalité causée par la petite verole et des avantages de l'inoculation pour la prévenir. *Mémoires de mathématique et de physique, présentés à l'Académie royale des sciences, Année 1760*. 1–45. p. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3558n/f220.item.langFR>
- Bettencourt, Luis M. A. – Cintrón-Arias, Ariel – Kaiser, David I. – Castillo-Chávez, Carlos (2006): The power of a good idea: Quantitative modeling of the spread of ideas from epidemiological models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **364**. 513–536. p. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2005.08.083>

⁴⁹ Boetto (2021; Haunschild (2021)

- Boetto, Erik – Fantini, Maria Pia – Gangemi, Aldo – Golinelli, Davide – Greco, Manfredi – Nuzzolese, Andrea Giovanni – Presutti, Valentina – Rallo, Flavia. (2021): Using altmetrics for detecting impactful research in quasi-zero-day time-windows: the case of COVID-19. *Scientometrics*, **126**. 1189–1215. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03809-7>
- Braun, Tibor – Glänzel, Wolfgang – Schubert, András (2010): On Sleeping Beauties, Princes and other tales of citation distributions.... *Research Evaluation*, **19**. 3. <https://doi.org/10.3152/095820210x514210>
- Bugát Pál – Schedel Ferenc (1833): *Magyar-deák és deák-magyar orvosi szökönyv az Orvosi Társ' első két évéhez*. Pest, Bugát és Schedel. https://library.hungaricana.hu/hu/view/ORSZ_ORVO_Muzealis_28_Bugat_Schedel_Magyar_deak/?pg=0&layout=s
- Cabanac, Guillaume (2013): Extracting and quantifying eponyms in full-text articles. *Scientometrics*, **98**. 3. 1631–1645. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1091-8>
- Cavendish, Henry (1766): XIX. Three papers, containing experiments on factitious air. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **56**. 141–184. p. <https://doi.org/10.1098/rstl.1766.0019>
- Chiu, Wen-Ta – Huang, Jing-Shan – Ho, Yuh-Shan (2004): Bibliometric analysis of Severe Acute Respiratory Syndrome-related research in the beginning stage. *Scientometrics*, **61**. 1. 69–77. p. <https://doi.org/10.1023/b:scie.0000037363.49623.28>
- Coleman, James – Katz, Elihu – Menzel, Herbert (1957): The diffusion of an innovation among physicians. *Sociometry*, **20**. 4. 253–270. p. 253. p. <https://www.jstor.org/stable/2785979> <https://doi.org/10.2307/2785979>
- Daley, D. J. – Kendall, D. G. (1964) Epidemics and rumours. *Nature*, **204**. 4963. 1118. p. <https://www.nature.com/articles/2041118a0#citeas> <https://doi.org/10.1038/2041118a0>
- Daley, D. J. – Kendall, D. G. (1965): Stochastic rumours. *IMA Journal of Applied Mathematics*, **1**. 1. 42–55. p. <https://doi.org/10.1093/imamat/1.1.42>
- Daley, D. J. (1967): Concerning the spread of news in a population of individuals who never forget. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, **29**. 2. 373–376. p. <https://doi.org/10.1007/bf02476908>
- Dietz, K. (1988): The first epidemic model: a historical note on P. D. En'ko. *Australian Journal of Statistics*, **30A**. 1. 56–65. p. <https://doi.org/10.1111/j.1467-842x.1988.tb00464.x>
- Dobrov, G[ennadij] M[ihajlovič] (1973): *A tudomány tudománya*. Budapest, Gondolat, Kossuth.
- En'ko, P. D. (1889): On the course of epidemics of some infectious diseases (oroszul). *Vrach* [Folyóirat Szentpétervár] X: 1008–1010, 1039–1042, 1061–1063; Angolul: En'ko P. D. (1989) On the course of epidemics of some infectious diseases. *International Journal of Epidemiology*, **18**. 4. 749–755. p. <https://doi.org/10.1093/ije/18.4.749>

- Fairthorne, Robert. A. (1969): Empirical hyperbolic distributions (Bradford-Zipf-Mandelbrot) for bibliometric description and prediction. *Journal of Documentation*, **25**. 4. 319–343. p. <https://doi.org/10.1108/eb026481>
- Fassin, Yves (2021): Research on Covid-19: a disruptive phenomenon for bibliometrics. *Scientometrics*, **126**. 6. 5305–5319. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03989-w>
- Gábor Éva (1974): G. M. Dobrov: A tudomány tudománya. *Magyar Tudomány*, **81**. 6. 388–390. p.
- Garfield, Eugene (1980): The epidemiology of knowledge and the spread of scientific information. *Current Contents*, #35: 5–10. p. <http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v4p586y1979-80.pdf>
- Garfield, Eugene. (1983): What's in a name? The eponymic route to immortality. *Current Contents*, #47: 5–16. p. <http://garfield.library.upenn.edu/essays/v6p384y1983.pdf>
- Glänzel, Wolfgang – Schlemmer, Balázs – Thijs, Bart (2003): Better late than never? On the chance to become highly cited only beyond the standard bibliometric time horizon. *Scientometrics*, **58**. 3. 571–586. p. <https://doi.org/10.1023/b:scie.0000006881.30700.ea>
- Goffman, William (1966a): Stability of epidemic processes. *Nature*, **210**. 5038. 786–787. p. <https://doi.org/10.1038/210786a0>
- Goffman, William (1966b): Mathematical approach to the spread of scientific ideas – the history of mast cell research. *Nature*, **212**. 5061. 449–452. p. <https://doi.org/10.1038/212449a0>
- Goffman, William – Warren, Kenneth S. (1970): An application of the Kermack-McKendrick theory to the epidemiology of schistosomiasis. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **19**. 2. 278–283. p. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1970.19.278>
- Goffman, William (1971): A mathematical method for analyzing the growth of a scientific discipline. *Journal of the Association for Computing Machinery*, **18**. 2. 173–185. p. <https://doi.org/10.1145/321637.321640>
- Goffman, William – Newill, Vaun A. (1964): Generalization of epidemic theory. An application to the transmission of ideas. *Nature*, **204**. 4955. 225–228. p. <https://doi.org/10.1038/204225a0>
- Goffman, William – Newill, Vaun A. (1967): Communication and epidemic processes. *Proceedings of the Royal Society A*, **298**. 1454. 316–334. p. <https://doi.org/10.1098/rspa.1967.0106>
- Gupta, Davendra K. (1988): Bibliometric study of AIDS literature, 1981–84. *Annals of Library and Information Studies*, (ALIS) **35**. 1. 35–42. p. <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/27807>
- Haghani, Milad – Varamini, Pegah (2021): Temporal evolution, most influential studies and Sleeping Beauties of the coronavirus literature. *Scientometrics*, **126**. 8. 7005–7050. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04036-4>

- Haunschild, Robin – Bornmann, Lutz(2021): Can tweets be used to detect problems early with scientific papers? A case study of three retracted COVID-19/ SARS-CoV-2 papers. *Scientometrics*, **126**. 6. 5181–5199. p.
<https://doi.org/10.1007/s11192-021-03962-7>
- Kazinczy Ferenc (1879): *Pályám emlékezete*. Budapest, Aigner Alajos.
- Kermack, William Ogilvy – McKendrick, Anderson Gray (1927): A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society A*, **115**. 772.700–721. p. <https://doi.org/10.1098/rspa.1927.0118>
- Lotka, Alfred J. (1923a): Contribution to the analysis of malaria epidemiology. I. General part. *American Journal of Epidemiology*, **3**. 1. supp. 1–36. p.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118963>
- Lotka, Alfred J. (1923b): Contribution to the analysis of malaria epidemiology. II. General part (continued). Comparison of two formulae given by Sir Ronald Ross*. *American Journal of Epidemiology*, **3**. 1. supp. 38–54. p.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118965>
- Lotka, Alfred J. (1923c): Contribution to the analysis of malaria epidemiology. III. Numerical part. *American Journal of Epidemiology*, **3**. 1. supp. 55–95. p.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118966>
- Lotka, Alfred J. – Sharpe, F. R. (1923d): Contribution to the analysis of malaria epidemiology. IV. Incubation lag. *American Journal of Epidemiology*, **3**. 1. supp. 96–112. p. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118967>
- Lotka, Alfred J. (1923e): Contribution to the analysis of malaria epidemiology. V. Summary. *American Journal of Epidemiology*, **3**. 1. supp. 113–121. p.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118964>
- Lucas-Dominguez, Rut – Alonso-Arroyo, Adolfo – Vidal-Infer, Antonio – Aleixandre-Benavent, Rafael (2021): The sharing of research data facing the COVID-19 pandemic. *Scientometrics*, **126**. 6. 4975–4990. p.
<https://doi.org/10.1007/s11192-021-03971-6>
- Maia, Luís Fernando M. P. – Oliveira, Jonice (2017): Investigation of Research impacts on the Zika virus. In: *WebMedia '17: Proceedings of the 23rd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. Gramado RS Brazil October 17 - 20, 2017*. 413–416. p. <https://doi.org/10.1145/3126858.3131593>
- Maia, Luís Fernando M. P. – Lenzi, Marcia. – Rabello, Elaine – Oliveira, Jonice (2019): REALM. An Altmetrics-based framework to map science impacts on society. A case study on Zika Research. In: Payam Barnaghi, Georg Gottlob, Yannis Manolopoulos, Theodoros Tzouramanis, Athena Vakali (ed.): *WI '19: IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence. Thessaloniki Greece October 14 - 17, 2019*. New York, Association for Computing Machinery 233–241. p. <https://doi.org/10.1145/3350546.3352523>
- Martín-Acebes, Miguel A. – Saiz, Juan-Carlos (2019): The scientific response to Zika virus. *Journal of Clinical Medicine (JCM)*, **8**. 3. 369. p.
<https://doi.org/10.3390/jcm8030369>

-
- Martins, José – Pinto, Alebrto (2020): The value of information searching against fake news. *Entropy*, **22**. 12. 1368. p. <https://doi.org/10.3390/e22121368>
- Menzel, Herbert – Katz, Elihu (1955): Social relations and innovation in the medical profession. The epidemiology of a new drug. *Public Opinion Quarterly*, **19**. 4. 337. p. <https://doi.org/10.1086/266584>
- Molineux, Thomas. (1694): Historical account of the late general coughs and colds; with some observations on other epidemick distempers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 105–111. p. <https://doi.org/10.1098/rstl.1694.0022>
- Moradi, Shima – Abdi, Sajede (2020): Pandemic publication. Correction and erratum in COVID-19 publications. *Scientometrics*, **126**. 2. 1849–1857. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03787-w>
- Налимов, Василий Васильевич – Мульченко, Зинаида Максимовна (1969): *Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса*. Москва, Наука. <http://www.library.fa.ru/files/Nalimov.pdf>
- Nalimov, Vasilij Vasilievich – Mulchenko, Zinaida Maksimovna (1971): *Measurement of science. Study of the development of science as an information process*. Springfield (VA), Technical Information Service.
- Nalimov, Vaszilij Vasiljevich – Mulcsenko, Zinaida Makszimovna (1980): *Tudománymetria*. Budapest, Akadémiai.
- Olijnyk, Nicholas V. (2015): An algorithmic historiography of the Ebola research specialty. Mapping the science behind Ebola. *Scientometrics*, **105**. 1. 623–643. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1688-1>
- Price, Derek J. de Solla – Gürsey, Suha (1975a): Studies in scientometrics I. Transience and continuance in scientific authorship. *International Forum on Information and Documentation*, **1**. 2. 17–24. p. [*Ciência da Informação*. **4**. 1. (1975) 27–40. p. <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v4i1.64>]
- Price, Derek J. de Solla–Gürsey, Suha (1975b): Studies in Scientometrics II. The relation between source author and cited author populations. *International Forum on Information and Documentation*, **1**. 3. 19–22. p. [*Ciência da Informação*. **4**. 2. (1975) 103–108. p. <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v4i2.59>]
- Price, Derek J. de Solla (1966): The science of scientists. *Medical Opinion & Review*, **1**. 88–97. p.
- Reed, Lowell (1951): Epidemic theory: *What is it?* (Television program) Johns Hopkins Science Review, Baltimore (MD) <https://www.youtube.com/watch?v=OR5uzbPajzM>
- Reia, Sandro M – Fontanari, José F. (2021): A SIR epidemic model for citation dynamics. *The European Physical Journal Plus*, **136**. 2. 207. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01199-0>
- Retracted coronavirus (COVID-19) papers (2021). In: *Retraction Watch*. <https://retractionwatch.com/retracted-coronavirus-covid-19-papers/>
- Richardson, Lewis F. (1948): War-moods: I. *Psychometrika*, **13**. 3. 147–174. p. <https://doi.org/10.1007/bf02289258>

- Schubert, András (2014): Orvostudományi eponímák tudományometriai nézőpontból. *Orvosi Hetilap*, **155**. 36. 1445–1447. p.
<https://doi.org/10.1556/oh.2014.30002>
- Self, Ph. C. – Filardo, Th. W. – Lancaster, F. W. (1989): Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) and the epidemic growth of its literature. *Scientometrics*, **17**. 1–2. 49–60. p. <https://doi.org/10.1007/bf02017722>
- Sharma, C. L. – Pathria, R. K. – Karmeshu, (1983): Diffusion of information in a social group. *The Journal of Mathematical Sociology*, **9**. 3. 211–226. p.
<https://doi.org/10.1080/0022250x.1983.9989943>
- Stigler, Stephen M. (1980): Stigler's law of eponymy. *Transactions of the New York Academy of Sciences*. 39(1): 147–157.
<https://doi.org/10.1111/j.2164-0947.1980.tb02775.x>
- Su, Meiming – Xu, Suowen – Weng, Jianping (2021): A bibliometric study of COVID-19 research in Web of Science. *Pharmacological Research*, **169**. 105664.
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105664>
- Szily Kálmán (1902): *A magyar nyelvújítás szótára*. I–II. Budapest, Hornyánszky.
<https://mek.oszk.hu/13200/13278/13278.pdf>
- Teixeira da Silva, Jaime A. – Tsigaris, Panagiotis – Erfanmanesh, Mohammadamin (2020): Publishing volumes in major databases related to Covid-19. *Scientometrics*, **126**. 1. 831–842. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03675-3>
- Tian, Deqiao – Zheng, Tao (2015): Emerging infectious disease: trends in the literature on SARS and H7N9 influenza. *Scientometrics*, **105**. 1. 485–495. p.
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1681-8>
- van Raan, Anthony F. J. (2004): Sleeping Beauties in science. *Scientometrics*, **59**. 3. 467–472. p. <https://doi.org/10.1023/b:scie.0000018543.82441.f1>
- Zhang, Lin – Zhao, Wenjing – Sun, Beibei – Huang, Ying – Glänzel, Wolfgang (2020): How scientific research reacts to international public health emergencies: a global analysis of response patterns. *Scientometrics*, **124**. 1. 747–773. p. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03531-4>