

# TUDOMÁNYMETRIAI ÉRTÉKELÉS A LEGHATÁSOSABB KÖZLEMÉNYEK MUTATÓSZÁMAIVAL

Vinkler Péter

az MTA doktora, professor emeritus,  
MTA Természettudományi Kutatóközpont  
vinkler.peter@tk.mta.hu

## Bevezetés

A tudományos kutatás célja: új tudományos ismeretek létrehozása. Az új tudományos eredményeknek tudományos közlemények formájában történő nyilvánosságra hozatala a kutatás elengedhetetlen része. Annak megállapítását, hogy a közlésre szánt ismeret valóban új, tudományos és megfelelő színvonalú, a tudományos kiadványok szerkesztői és a közlésre szánt írás bírálói végzik. Természettudományokban a közlés elsődleges formája a tudományos folyóiratcikk. A közöltek szakterületén nem járatos személyek és szervezetek részére annak megítéléséhez, hogy adott közlemények milyen hatást gyakoroltak a tudományra, a legtöbbször csak az illető terület kutatói által készített *bírálatok* (*peer reviews*) vagy a *tudománymetriai értékelés* mutatószámai adhatnak támpontot. Igen sok esetben hasznos vagy éppen nélkülözhetetlen annak legalább közelítőleges megállapítása, hogy egyének, csoportok, intézmények, országok közleményei milyen mértékben járultak hozzá a világ tudományos ismereteinek kiszélesítéséhez és elmélyítéséhez. A közlemények értékelése akár tudományos címek,

fokozatok odaítélésekor, egyetemi tanári ki nevezésekor, akár témapályázatok elbírálásakor vagy intézményi és országos szintű tudománypolitikai intézkedések meghozatalakor játszhat fontos szerepet.

Az értékelő tudománymetria elmélete és gyakorlata arra a paradigmára épül, amely szerint az ismerettermelés mértékének és hatásának vannak olyan *számszerűsíthető vonatközösségei*, amelyek összefüggésben állnak az értékelt publikációknak a tudományhoz és a tudományos kutatáshoz való hozzájárulásával. A publikációk értékelési módszerei tudománymetriai mutatók kidolgozásán és alkalmazásán alapulnak.

A létrehozott és a tudományos közösség rendelkezésére bocsátott ismeretek *menyiségének* tudománymetriai mértékegységéül a természettudományokban a tudományos *folyóiratcikket* tekinthetjük. A közölt ismeretek *hatásának* mértékegységéül az *idézetet* fogadhatjuk el. Ismeretes, hogy mind a közölt ismeretek megjelenési helyének az ismeret-hordozók (folyóirat, konferenciakiadvány, könyv stb.) közötti megosztása, mind az adott hivatkozások és a kapott idézetek száma erősen függ az egyes szakterületek (sőt: témák)

bibliometriai tulajdonságaitól. Ennélfogva értékelés céljából történő összehasonlításokat a legtöbb tudományometriai mutatószám alapján csak azonos (hasonló) bibliometriai sajátosságú területek kutatói, csoportjai között tehetünk. A tudományos összeteljesítmény megítélésekor érdemes azokat a mutatószámokat előnyben részesítenünk, amelyek mind a *mennyiséget*, mind a *hatást* egyaránt figyelembe veszik (Vinkler, 2010).

A közlemények tudományometriai mutatószámait korábban elsősorban az értékeldő publikációs *halmaz egészéből* számították ki. Ilyen mutató például az egy adott kutatócsoport által közölt összes cikk és kapott idézet száma vagy a cikkek átlagos idézettsége, továbbá az egy cikkre jutó hatástényező. Ha az összes cikk száma:  $P$ , amelyekre összesen  $C$  számú idézet érkezett, akkor az átlagos idézettség:  $C/P$ . Ha a folyóiratoknak, amelyekben az illető egyén vagy csoport cikkei megjelentek, összeadjuk a Garfield-(hatás) tényezőit (*impact factor*) és a kapott számot elosztjuk a közölt cikkek számával, akkor megkapjuk az egyén vagy csoport átlagos *Közlési stratégiájának* mutatószámát, vagyis az átlagosan egy cikkre jutó folyóirat-hatástényező adatát.

Megjegyzendő, helyes lenne figyelembe venni, hogy Garfield-értelemben véve hatástényezőjük (impaktfaktoruk) csak folyóiratoknak van, minden egyéb publikációs halmazra vonatkozó  $C/P$  adatot (átlagos) „idézetttségnek” (*citedness*) vagy „idézety gyakoriságnak” (*citation frequency*) nevezhetünk. Furcsa, hogy többen még ma is *citációt* emlegetnek a helyes magyar szavak: idézet vagy hivatkozás helyett. Egyébként célszerű, ha az említett szavakat nem azonos értelműként használjuk. A *hivatkozás* ugyanis az az utalás, amelyet egy szerző a közleményében más szerző munká-

jára vonatkoztatva *ad*. Az idézet pedig az az utalás, amelyet egy közlemény szerzőjétől egy másik szerző *kap*.

Az élet minden területén kulcskérdés a személyekre, szervezetekre és dolgokra vonatkozó adatok *eloszlásának* ismerete. Így például a javak és képességek eloszlása az emberek, bizonyos témájú ismeretek (pl. cikkek) eloszlása az ismerethordozók (pl. folyóiratok), az ásványi kincsek eloszlása az országok vagy akár a megjelent publikációk eloszlása a közlő szerzők között (lásd Lotka-törvény).

Több szerző véleménye szerint (például Cole – Cole, 1973; Aksnes, 2003) jelentős tudományos hatást csak az illető szakterületen *az átlagosnál lényegesen erősebben idézett* közleményekben lévő ismeretek érhetnek el. (Itt most nem tárgyalom a ritkán, de előforduló eseteket, amelyek a jó szándékú tévedés vagy a szándékos megtévesztés, csalás tárgykörébe esnek.) Ezért lényeges, hogy egy adott közleményhalmazból ki tudjuk választani a legnagyobb hatású cikkeket, a legidézettebbeket, amelyek a leghatásosabb, ún. *elit* részhalmazt alkotják. A leghatásosabb közlemények részhalmazából kiszámított tudományometriai mutatókat *elit mutatószámoknak* nevezjük.

Az elit mutatók kiszámításának első lépése csaknem minden esetben az, hogy az értékelendő teljes közleményhalmaz elemeit az idézetek csökkenő sorrendjébe állítjuk. Ezek után a leghatásosabb részhalmazt a halmaz többi részétől *elválasztó határ* kijelölése a cél, ami azonban minden esetben *önkéntes választás kérdése*. Helyesen tesszük, ha az önkényesen megállapított határokat gyakorlati tapasztalatokra építjük. Vagy megfordítva: az elméleti megfontolások alapján kijelölt határértékek (idézetszám, közleményszám) helyességét más (nem tudományometriai) adatokkal, elemzésekkel támasztjuk alá.

Közismert, hogy a közleményekre érkezőt idézetek eloszlása torz. Ez azt jelenti, hogy kevés cikk kap viszonylag sok, míg sok cikk kap viszonylag kevés idézetet. A torz eloszlást Sune Lehmann és munkatársai (2003) a SLAC SPIRES- (fizikai tárgyú) adatbázis segítségével vizsgálták. Azt találták, hogy az adattár 1962–2002 között megjelentetett 281 717 folyóiratcikkének 26,7%-át az említett évek alatt nem hivatkozták egyszer sem („ismeretlen cikkek”). A „kevésbé ismert” cikkek (1–9 idézet/cikk) 44,4%-ot, míg az „ismert” cikkek (10–49 idézet/cikk) 22,4%-ot, a „jól ismert” cikkek (50–99 idézet/cikk) 3,8%-ot, a „nevezetes” cikkek (100–499 idézet/cikk) 2,5%-ot és az „elismert” cikkek (több mint 500 idézet) 0,2%-ot tettek ki. A szerzők szerint kevés igazán érdekes és jelentős cikk „úszik a döglött cikkek tengerében”.

Egy közleményhalmaz leghatásosabb részalmazának meghatározására többféle módszer használható. A legkorábban önkényesen kijelölt idézettségi határokat adtak meg. Így például Paul Bourke és Linda Butler (1996) többféle természettudományi terület közleményeit tanulmányozva, a következő idézettségi osztályokat alkalmazta: 0, 1, 2–4, 5–9, 10–16, 17–25, 26–50, 51–100, több mint 100 idézet cikkenként. A Web of Knowledge, Thomson Reuters által alkalmazott módszer szerint a halmaz méretétől, az alkalmazott közlési és idézési időhatároktól, továbbá a kiválóság mértékétől függően az összes közlemény közül a legidézettebb 0,01; 0,1; 1,0 vagy 10%-ot tekinthetjük a leghatásosabb részalmazhoz tartozónak. Az említett adattár egy tízéves időszakban megjelent cikkeket vizsgál, és az idézetek számát ugyancsak ebben az időben veszi figyelembe. Az említettknél függetlenebb módszert kínál a „jellemző számok és mértékek” („*characteristic scores*

*and scales*”) módszere (Glänzel, 2007), amely szerint egy közleményhalmazban az átlagos idézettségénél ( $C/P$ ) például kétszer, háromszor, ötször vagy tízszer nagyobb idézettségű közleményeket tekinthetjük kiemelkedően idézeteknek.

Egy nagyobb közleményhalmazból a leghatásosabb cikkek részalmazának kiszámítására alkalmas például a Jorge E. Hirsch (2005) által javasolt  $h$ -mutató és az Egghe-féle (2006)  $g$ -mutató is. Az általam javasolt  $\pi$ -index (Vinkler, 2009) és  $PRP$ -mutató (Vinkler, 2013) kiszámításához a  $P(\pi)$  halmazt mint a leghatásosabb cikkek halmazát alkalmazzuk, amely a teljes halmazba tartozó elemek (pl. folyóiratcikkek) számának ( $P$ ) négyzetgyöke.

A publikációk leghatásosabb részalmazának értékelésén alapuló tudományometriai mutatók előtérbe kerülését mutatja az irodalomban közlött, illetve a gyakorlatban is alkalmazott elit mutatószámok időbeni gyarapodása. Az általam 1988-ban megjelentetett áttekintő közlemény (Vinkler, 1988) tudományometriai mérőszámai közül mindössze hét (14,6%) köthető a leghatásosabb részalmaz koncepcióhoz. Lorna Wildgaard és munkatársai (2014) viszont 108 mutatót osztályoznak, amelyek közül 48 (44,4%) származtatható a leghatásosabb cikkeket tartalmazó részalmazokból.

#### *Néhány elit mutató*

A leghatásosabb cikkek részalmazának mutatószámai közül jelenleg a  $h$ -index a legelterjedtebb. A Hirsch-index nem más, mint a *h-statisztika* szerint kiválasztott leghatásosabb cikkek száma. A  $h$ -index értéke megegyezik azzal a legnagyobb sorszámmal, amellyel egyenlő vagy még éppen nagyobb az illető cikkre kapott idézetek száma (*l. táblázat*). A cikkek az idézetek csökkenő sorrendjében

állnak. Ha tehát a  $h$ -index például 22, akkor az értékelte cikkhalmazban van 22 olyan cikk, amely legalább 22 idézetet (vagy ennél többet) kapott. Ha a rangsorban következő cikk (a 23.) szintén csak 22 idézetet vagy ennél kevesebbet ért el, akkor a  $h$ -index értéke nem változik, marad 22. Az index legnagyobb hátránya, hogy csaknem teljesen figyelmen kívül hagyja éppen a legnagyobb hatású cikk vagy cikkek által kapott idézetek számát. Ha például a cikkekre érkezett idézetek száma egyenként a következő: 10, 5, 5, 4, 3, 2, 1, 0, akkor a  $h$ -index = 4, hiszen 4 olyan cikk van, amely 4 vagy ennél több idézetet kapott. Ha egy másik cikkhalmaz tagjaira 100, 50, 50, 4, 3, 2, 1, 0 idézetet találunk, akkor ennek a halmaznak is csak 4 lehet a  $h$ -indexe, mert csak 4 cikk kapott 4 vagy ennél több idézetet.

Nem értékeli  $h$ -index azt sem, ha a halmazban lévő legidézettebb közlemények újabb idézeteket kapnak. A  $h$ -index értéke csak akkor nő, ha nő a legidézettebb részhalmaz mérete, azaz éppen akkor, ha a leghatásosabb cikkek halmazán *kívüli* cikkekre érkeznek újabb idézetek. Megjegyzendő: különleges esetekben a  $h$ -mutató értékének eggyel való növeléséhez elegendő egyetlen új idézet.

A  $h$ -mutató további hátránya a szakterületek bibliometriai sajátosságaitól való erős függés. (Bibliometriai sajátosság például a közlésre használt kiadványok, mint folyóirat-cikkek, könyvek, konferenciaanyagok stb. számának aránya, a közleményekben lévő hivatkozások átlagos száma, a szakterület publikációs sebessége stb.) Nyilvánvaló, hogy az olyan tudományterületeken működő kutatók, mint például a matematika, ahol átlagosan kevesebb a hivatkozások száma a cikkekben, lényegesen kisebb  $h$ -indexet mutathatnak fel, mint azok, akik az élettudományok egyes területein dolgoznak.

Számos mutatót vezettek be a tudomány-metriába, amelyek meghatározása a  $h$ -statisztikán alapul. Ilyen például az  $R$ -mutató, amely a  $h$ -cikkekre kapott összes idézet ( $C$ ) négyzetgyöke. Több tanulmány igazolja azonban, hogy az említett és az itt nem említett, származtatott mutatók érdemleges változást nem eredményeznek az értékelésekben (lásd például Bornmann et al., 2011).

A  $g$ -mutató másféle statisztikán alapul, s részben kiküszöböli a  $h$ -index hátrányait. Értékét úgy számítjuk ki, hogy a cikkek idézettségi sorszámain ( $r$ ) négyzetre ( $r^2$ ) emeljük, és megnézzük, hogy a rangsorba állított cikkek idézeteinek ( $ci$ ) *halmazott idézetszáma* ( $\sum ci$ ) melyik sorszám négyzetével egyezik, illetve melyiknél még éppen nagyobb (*i. táblázat*). A  $g$ -index a leghatásosabb halmaz ( $g$ -számú cikk) időben növekvő idézetszámát, a  $h$ -mutatóval ellentétben figyelembe veszi. A mutató a leghatásosabb cikkek halmazára érkezett, viszonylag nagyobb számú idézetet is érzékeli (*i. táblázat*). Értéke erősen függ az egyes szakterületek bibliometriai sajátosságaitól. Sajátos hátránya, hogy esetenként nem létező cikkeket is figyelembe kell venni (lásd később). A  $g$ -mutató általában jelentősen nagyobb, mint a  $h$ -mutató.

2009-ben javasoltam (Vinkler, 2009), hogy egy közleményhalmaz leghatásosabb cikkeinek részhalmazát,  $P(\pi)$  a halmazban lévő összes közlemény ( $P$ ) négyzetgyökével fejezzük ki. A  $P(\pi) = \sqrt{P}$  arány alkalmazása Genagyij Dobrov (1970) írásaira vezethető vissza, de rokonítható a fiziológiából ismert Fechner-törvénnyel is. Az említett törvény szerint az érzékelés mértéke az azt kiváltó hatás nagyságának logaritmusával arányos.

A (kerekített)  $P(\pi)$ -adat például egy 5, 10, 50, 70, illetve 100 cikkből álló halmaz esetében: 2, 3, 7, 8, illetve 10, amely adatok a

$r$	$r^2$	A/e	A/e	A/s	A/s	B/e	B/e	B/s	B/s
		$ci$	$\Sigma ci$	$ci$	$\Sigma ci$	$ci$	$\Sigma ci$	$ci$	$\Sigma ci$
1	1	10	10	50	50	5	5	25	25
2	4	10	20	20	70	5	10	10	35
3	9	10	30	10	80	5	15	5	40
4	16	10	40	7	87	5	20	3	43
5	25	10	50	7	94	5	25	2	45
6	36	10	60	4	98	5	30	2	47
7	49	10	70	1	99	5	35	1	48
8	64	10	80	1	100	5	40	1	49
9	81	10	90	0	100	5	45	1	50
10	100	10	100	0	100	5	50	0	50
C			100		100		50		50
h		10		5		5		3	
g			10		10		5		6
$\pi$			0,30		0,80		0,15		0,40

1. táblázat • A  $h$ ,  $g$  és  $\pi$ -mutató kiszámítása az összes cikk száma,  $P = 10$  és az összes idézet száma  $A/$ :  $C = 100$ , illetve  $B/$ :  $C = 50$  esetében, feltételezve az idézetek egyenletes (e), illetve súlyozott (s) eloszlását. •  $r$ : cikkek rangszáma;  $ci$ : idézetek száma az adott cikkekre;  $\Sigma ci$ : idézetek halmozott száma • Megjegyzés: Az idézetek súlyozott eloszlása a példákban azt jelenti, hogy a cikkek 30%-a (kerekítve: 3 cikk) kapja az idézetek 80%-át.

halmaz cikkei 40, 30, 14, 11, illetve 10%-ának felelnek meg. Megjegyzendő, hogy a  $P(\pi)$ -adat csaknem kivétel nélkül kisebb, illetve lényegesen kisebb, mint a  $h$ -index értéke.

A  $\pi$ -mutató a  $P(\pi)$ -halmaz cikkeire érkezett idézetek számának,  $C(\pi)$  századrésze:  $\pi$ -index =  $0,01C(\pi)$ .

A  $h$ -index és a  $\pi$ -index kiszámításának módját és néhány tulajdonságát egy egyszerű modell segítségével az 1. táblázat adatai mutatják.

Legyen mind  $A/$ , mind  $B/$  esetben a halmazban lévő összes közlemény száma  $P = 10$ , a közleményekre kapott idézetek száma  $A/$

esetben összesen:  $C = 100$ ,  $B/$  esetben pedig  $C = 50$ . Mind az  $A/$ , mind a  $B/$  esetben legyen az idézetek eloszlása a cikkek között először egyenletes (e) (vagyis kapjon mind a 10 cikk egyenként 10, illetve 5 idézetet, másodszor pedig súlyozott (s), ami jelentse azt, hogy a 10 cikk mintegy 30%-a (azaz kerekítve: 3 cikk) kapja az összes idézet 80%-át. Ez az  $A/s$  esetben 80 idézetet jelent, a  $B/s$  esetben pedig 40 idézetet.

Az  $A/e$  példában a  $h$ -mutató = 10, mivel a halmazban van olyan 10 cikk, amely 10 idézetet kapott. Az adatok alapján megállapítható, hogy a  $h$ -mutató hátrányos az idézetek

súlyozott eloszlása szempontjából, hiszen  $A/s$  példában a mutató értéke 5-re csökken. Tehát a  $h$ -index (ebben a modellben) az idézetek egyenletes eloszlását részesíti előnyben, és hátrányos, ha csak néhány kiemelkedően idézett közlemény van a halmazban. A  $C = 50$  esetben ( $B/e$  vs  $B/s$ ) hasonló a helyzet ( $h = 5$  vs  $3$ ). Érdemes figyelni arra, hogy az  $A/s$  példában, ahol az összes idézet,  $C = 100$  és a legidézettebb (ún. „ $h$ -core”) cikkek 50, 20, 10, 7, 7 idézetet kaptak, a  $h$ -index értéke ugyanakkora ( $h = 5$ ), mint a  $B/e$  példában, ahol  $C = 50$ , és a legidézettebb cikkek csupán: 5, 5, 5, 5, 5 hivatkozást értek el.

A  $g$ -mutató kiszámítását mutatja az *I. táblázat*  $B/s$  példája. Itt a  $g$ -index értéke azért 6, mert az  $r = 6$  cikknél:  $\sum ci = 47$ , ami nagyobb, mint  $r^2 = 36$ , de a mutató nem lehet 7, mert  $r = 7$  esetében:  $\sum ci = 48$ , amely érték kisebb, mint  $r^2 = 49$ .

A  $g$ -index = 10 az  $A/e$  példában, hasonlóan a  $h$ -indexhez. Az *I. táblázat* mutatja, hogy az elit cikkekre érkezett viszonylag több idézet a  $g$ -mutató értékét nem csökkenti, hiszen  $A/s$  esetben  $g = 10$ . Sőt, a  $B/e$  és  $B/s$  esetek  $g$ -adatainak összevetése alátámasztja, hogy a  $g$ -index előnyös a kiemelten idézett közleményeket tartalmazó halmazok értékelésénél.

Az  $A/s$  eset szemlélteti azt a furcsaságot, hogy a  $g$ -index kiszámításánál egészen addig a sorszámgig (illetve annak négyzetéig) kell haladnunk, amíg el nem érjük az idézetek halmozott összegét. Ha ugyanis vannak cikkek a halmazban, amelyek nem kaptak egyetlen idézetet sem (mint például itt az  $r = 9$ -es és az  $r = 10$ -es cikk), vagy a halmaz összesen csak 8 cikket tartalmazna, a rangszámokkal ( $r$ ) akkor is tovább kell haladnunk  $r = 10$ -ig, nem létező cikkek feltételezve, hogy elérjük a már az  $r = 8$ -nál kiszámított halmozott idézettszámot (azaz:  $\sum ci = 100 = r^2 = 100$ ).

Az  $A/$  és  $B/$  esetben is  $P = 10$ , így a  $\pi$ -statistika szerint a halmazok leghatásosabb cikkeinek részhalmazába  $\pi(P) = \sqrt{10} = 3,33$ , kerekítve: 3 cikk tartozik. A model  $A/e$  példájában az első 3 cikk idézeteinek száma összesen: 30, így a  $\pi$ -index = 0,30. Az  $A/s$  példában viszont jelentősen megnőtt a leghatásosabb részhalmazban lévő cikkek idézeteinek száma:  $\sum ci = 80$ , ezért a  $\pi$ -index = 0,80. Hasonlóképpen változik a  $B/e$  és a  $B/s$  példában szereplő cikkek  $\pi$ -indexe: 0,15 vs 0,40.

A bemutatott példák alapján levonható a következtetés, amely szerint a  $\pi$ -mutató jelentős mértékben függ az idézeteknek a leghatásosabb cikkek részhalmazában lévő és a halmaz fennmaradó részében található cikkekre jutó idézetek számának arányától, továbbá, hogy *előnyben részesíti* a kiemelkedően nagy hatású cikkekre érkező idézeteket.

A  $\pi$ -mutató hátránya, hogy a  $h$  és a  $g$ -mutatóhoz hasonlóan erős szakterületi függőséget mutat. Minden olyan bibliometriai hatás, amely befolyásolja a közlemények által kapott idézetek számát, erre a mutatószámra is hatással van.

#### *A százalékos idézettségi rangszám*

Tekintve, hogy az előzőekben említett mutatószámok erősen függenek az értékelt közlemények szakterületétől, megkíséreltem egy viszonyítási alapot alkalmazó, de „nem paraméteres”, a szakterületek bibliometriai sajátosságaitól független mutatószám bevezetését. A *százalékos idézettségi rangszám* (*PRP – Percentage Rank Position Index*) elnevezésű mutató (Vinkler, 2013) a vizsgált cikk viszonylagos tudományometriai hatását az ugyanabban az évben a vizsgált cikket közlő folyóiratban megjelent cikkek idézetek szerinti sorrendjében elfoglalt hely szerint határozza meg. Ha az adott évben a folyóiratban összesen  $P$  szá-

mú cikk jelent meg, és ezeknek idézetek szerinti rangsorában az általunk értékelt cikk az  $r$ -edik helyet foglalja el, akkor a  $PRP$ -index a következőképpen számolható:

$$PRP = 100 [ 1 - ((r - 1) / P) ]$$

A  $PRP$ -mutató szerint a sorrendben az első, a legidézettebb közlemény 100 ponttal szerepel, függetlenül a megjelent cikkek számától ( $P$ ). Természetesen a további helyezések mutatószáma erősen függ  $P$ -től. Így például a  $P = 10, 100, 1000$  méretű halmazokban az idézetek szerint rangsorban a 2. helyen lévő cikkek  $PRP$ -mutatója rendre: 90,0; 99,0; 99,9, az 5. cikkek mutatói: 60,0; 96,0; 99,6, míg a 10. helyezetteké: 10,0; 91,0; 99,1.

Kétségtelenül jogos, hogy egy nagyobb közleményhalmazban elért ugyanaz a helyezés sokkal értékesebb legyen, mint egy kisebbben. Ugyanakkor a mutató hátránya, hogy a kevés cikket közlő folyóiratokban elért viszonylagosan jobb helyezés esetenként indokolatlanul nagy mutatószámot ad.

#### *A leghatásosabb részhalmazok mutatói és a szakmai rangsor*

Annak érdekében, hogy a mutatószámok és a kutatóknak a szakmai rangsorban elfoglalt helye közötti összefüggéseket feltárhassam, meghatároztam öt, egyenként 10 kutatóból álló csoport közleményei leghatásosabb halmazainak néhány tudománymetriai mutatóját. A csoportok a következők:

- **PhDj:** PhD-fokozattal rendelkező, fiatal kutatók, akiknek átlagos publikációs élettartama ( $PLT$ ): 11,20 év ( $SD = 3,64$  év). A  $PLT$ -adat kiszámítása a következőképpen történt:  $PLT = 2014 -$  (a Web of Science-ben elsőként referált folyóirat-publikáció megjelenésének éve).
- **PhDs:** PhD-fokozatot szerzett, idősebb, de nem vezető beosztású kutatók, akiknek

nincs MTA doktori címük ( $PLT = 29,80$  év,  $SD = 7,02$  év).

- **DSc:** MTA doktora címmel rendelkező kutatók ( $PLT = 34,40$  év,  $SD = 2,84$  év).
- **MbA:** az MTA Kémiai osztályának jelenleg is aktív tagjai vagy levelező tagjai ( $PLT = 38,00$  év,  $SD = 1,25$  év), akiknek 2013-ban is jelent meg publikációjuk.
- **Nobel:** A 2008–2013. között kémiai Nobel-díjjal kitüntetettek közül kiválasztott 10 személy ( $PLT = 38,90$  év,  $SD = 0,32$  év).

A kiválasztott kutatók a következők:

Simomura Oszamu (Osamu Shimomura), Thomas A. Steitz, Ada E. Yonath, Richard F. Heck, Negisi Ei-icsi (Ei-ichi Negishi), Dan Shechtman, Robert J. Lefkowitz, Brian K. Kobilka, Martin Karplus, Arieh Warshel. Megjegyzendő: a PhDj-, PhDs- és a DSc-csoportokhoz tartozó kutatók mind kémikusok, és 2014-ben az MTA TTK-ban dolgoztak.

Feltételezhető, hogy a fiatalabb kutatók (PhDj), lévén pályájuk elején, átlagosan kevesebb cikket jelentetnek meg, kevesebb idézetet kapnak, s többi mutatójuk is gyengébb, mint idősebb kollégáiké. Feltételezhető az is, hogy a PhDs- és a DSc-csoport tagjai különböző helyet foglalnak el a szakmai rangsorban, s ezért mutatószámuk is különbözik az utóbbi csoport javára. A DSc-csoportból nyolcan kutatócsoport-vezetők voltak, vagy jelenleg is azok. Várható az is, hogy az illető hazai szakmai rangsor csúcán álló kémikus akadémikusok (MbA) közleményeinek tudománymetriai mutatói felülmúlják az előzőekben említett csoportok átlagait. Nyilvánvaló, hogy a világ tudósainak a közleménymutatók területén folyó versengésében a legelőkelőbb helyezéseket átlagban a Nobel-díjasok érik el. Számos közlemény igazolja, hogy a Nobel-díjjal kitüntetettek idézeteinek száma jelentősen (akár nagyságrendekkel is) na-

gyobb, mint az adott szakterület kutatóinak átlaga (Garfield – Welljams-Dorof, 1992).

A tárgyalt elit mutatószámok ( $h, g, \pi, PRP$ ) mindegyike függ a nyilvánosságra hozott információ mennyiségétől (a cikkek számától), ami nyilvánvalóan az illető kutatók szakmai pályafutásának hosszával arányos. Azért, hogy a különböző hosszúságú életpályát bejárt kutatókat közleményeik alapján összehasonlíthassák, a mutatószámokat normálni szokták. Ennek megfelelően képzik az egy évre jutó idézetek ( $C/y$ ) vagy publikációk számát ( $P/y$ ), az egy cikkre jutó idézetek számát ( $C/P$ ), az egy cikkre eső folyóirat-hatástényezőket adatát ( $FHT/P$ ). Ez utóbbi képletben  $FHT$  az illető cikkekhez közlő folyóiratok hatástényezőinek súlyozott összegét jelenti (természetesen, ha egy folyóiratban három cikk jelent meg, akkor annak hatástényezőjét háromszorosan kell figyelembe venni).

Megjegyzendő, hogy a  $C, C/P, FHT/P$  mutatók erősen függenek az illető szakterületek bibliometriai sajátosságaitól. Az utóbbi években különösen elterjedt az *összimpakt, impaktfaktor* kifejezések használata egyének mutatóinak kiszámításánál. Érdeemes megjegyezni, hogy a közlő folyóiratok hatástényezőinek átlaga ( $FHT/P$ ) az illető kutató *közlési stratégiájára*, de semmiképpen sem az illető által közölt információk szakmai hatására jellemző. Ismeretes, hogy a folyóiratok cikkei idézettségének eloszlása torz, esetenként nagyon torz. Éppen ezért helytelen a közlő folyóiratok cikkeinek átlagos idézettségét mint az abban a folyóiratban publikációt megjelentetett kutató *impaktfaktorát*, mint a kutató eredményeinek hatására, kiválóságára vonatkozó mutatószámot értékelni. Nyilvánvaló, hogy a „jobb” folyóiratokban megjelent cikkek arra utalnak, hogy az illető szerző „jó” helyeken tudja elfogadtatni a cikkeit, ami

kétségtelenül szakmai érdem. Ámde ettől még nem biztos, hogy az illető adott cikke eléri az illető folyóirat cikkeinek átlagos színvonalát. Ezt csak az értékelt cikkekre érkezett idézetek tudják megmutatni, legalábbis tudományometriai értelemben.

A jelen közleményben a kutatók teljes publikációs teljesítményét (az információk mennyiségét és hatását) jellemző mutatószámokat vizsgáltam. Emiatt az említett *fajlagos* (normált) mutatószámok itt nem játszanak szerepet. Nem vettem figyelembe a különben releváns *szerzői részesedés* mértékét sem.

A 2. táblázatból kitűnik, hogy az a feltevés, amely szerint a vizsgált tudományometriai mutatóknak a szakmai rangsorban elfoglalt tekintélyesebb hely szerint növekedniük kell, helyes. Ez a következő egyenlőtlenséget jelenti:  $PhDj < PhDs < DSc < MTA < Nobel$ .

A Nobel-díjjal kitüntetett kutatók tudományometriai mutatói jelentősen meghaladják a többi kutatóét. Az átlagok leginkább az idézetek számában ( $C$ ) különböznek (például Nobel-átlag/ $PhDj$ -átlag = 144,97). Az említett két csoport átlagai közötti arányszám a többi mutató esetében a következő:  $h = 11,20$ ;  $g = 10,08$ ;  $\pi = 81,20$  és  $PRP = 5,54$ . A Nobel-díjasok (Nobel) és az MTA-tagok (MTA) közötti arányszámok a következők:  $P = 2,37$ ;  $C = 10,93$ ;  $h = 2,81$ ;  $g = 3,18$ ;  $\pi = 10,02$ ;  $PRP = 1,61$ . Mivel a  $h$ -,  $g$ - és  $\pi$ -mutatók közül a legutóbbi függése a legerősebb az idézetek számától, ezért olyan nagy az erre a mutatóra vonatkozó arányszám. Az arányokat és az illető kutatók szakterületeit áttekintve feltehető, hogy a szakterületi bibliometriai sajátosságokat figyelembe vevő százalékos idézettségi rangszám (PRP) nyújtja a leginkább valóságos képet.

A többi csoport átlagai közötti arányok is kiszámíthatóak a 2. táblázat adataiból. Így



	$P$	$c$	$h$	$g$	$\pi$	$PRP$
PhDj	19,00	229,30	7,40	15,40	1,50	313,50
PhDs	54,00	540,70	12,90	21,30	2,67	548,884
DSc	90,80	1913,90	22,10	38,10	9,08	766,14
MTA	163,90	3042,00	29,50	48,80	12,16	1080,53
Nobel	388,50	33 242,30	82,90	155,30	121,80	1737,34

2. táblázat • PhD tudományos minősítéssel rendelkező fiatal (PhDj) és idősebb (PhDs) kémikus kutatók, MTA doktora címet elért kémikusok (DSc), az MTA rendes vagy levelező kémikus tagjai (MTA), illetve kémiai Nobel-díjjal kitüntetett tudósok (Nobel) néhány tudományometriai mutatója. •  $P$ : folyóiratcikkek száma a WoS-adattárban 1976–2014 között;  $C$ : idézetek száma ugyanott, ugyanakkor. • Megjegyzés: A vizsgált csoportok tagjainak száma egyenként 10 fő.

például az MTA-tagok (MTA) és az MTA doktora (DSc) címet elért kutatók arányszámai rendre a következők:  $P = 1,81$ ;  $C = 1,59$ ;  $h = 1,33$ ;  $g = 1,28$ ;  $\pi = 1,38$ ;  $PRP = 1,41$ . A DSc- és a PhDs-kutatók csoportjainak arányszámai pedig:  $P = 1,68$ ;  $C = 3,54$ ;  $h = 1,71$ ;  $g = 1,78$ ;  $\pi = 3,40$ ;  $PRP = 1,40$ .

Megemlítendő, hogy az egyes csoportok átlagai a  $P$ ,  $h$  és a  $PRP$ -mutatónál minden esetben szignifikánsan ( $p \leq 0,03$ ) különböznek. A  $C$ ,  $g$  és  $\pi$ -átlagok is szignifikánsan különböznek egymástól minden esetben, kivéve a DSc- és az MTA-csoport átlagai közötti különbséget. Ez a tény azt jelenti, hogy például a  $C$ -mutatónál öten, a  $g$ -mutatónál ketten, a  $\pi$ -mutató esetében pedig hatan a DSc-csoport kutatói közül elérik (illetve meghaladják) az akadémikusok (MTA) mutatóinak átlagát.

#### Következtetés

A vázlatosan összefoglalt elemzés alátámasztja azt a feltételezést, hogy a szakmai rangsorban elfoglalt hely függvényében vizsgált tudományometriai mutatószámok a várakozásnak megfelelő sorrendben növekednek. Ez a

tény hozzájárul a mutatók használhatóságának igazolásához. Bár a szakmai rangsor különböző szintjein lévő kutatók csoportjai publikációinak leghatásosabb halmazára vonatkozó mutatószámok átlagai a legtöbb esetben szignifikánsan különböznek, egyének esetében azonban vannak eltérések. Vagyis akadnak olyan kutatók, akiknek mutatói meghaladják, esetleg lényegesen meghaladják a szakmai rangsoruknak megfelelő csoport átlagát, s elérik a magasabb szinten lévő csoportét. Éppen ezért elengedhetetlen, hogy az egyének szakmai előremenetelét, kutatási pályázatait elbírálók ne csak az illetők korábban kapott címeit, elért tudományos fokozatát vagy beosztását vegyék figyelembe, hanem komolyan mérlegeljék az értékelendő kutatók tudományometriai mutatóit és ezeknek a különböző szakmai szintekhez mért arányait.

A mutatószámok részletes tanulmányozása rámutat arra is, milyen fontos a bibliometriai sajátosságaikban egymástól eltérő szakterületek közleményeinek összevetésekor a megfelelő mutatószámok kiválasztása. Az itt bemutatott mutatók közül egyedül a százalé-

kos idézettség rangszám (PRP) ad lehetőséget a szakterületi sajátosságok kiegyenlítésére.

A tudományos publikációs tevékenységnek, eredményességnek több oldala van. Ezért nem ajánlatos egyetlen mutatószámmal jelezni egy adott kutató vagy egy kutatócsoport publikációit. A jellemzést, ha tetszik értékelést, mindig az értékelés célja szerint kiválasztott mutatószámok szerint indokolt

elvégezni. Ehhez jelentős segítséget tudnak nyújtani a leghatásosabb közlemények publikációs halmazaira vonatkozó újabb tudományometriai mutatószámok.

Kulcsszavak: *tudományometriai mutatószámok, publikációs értékelés, Hirsch-index, g-index,  $\pi$ -index, Garfield (impact) factor, elit közleményhalmaz, szakmai rangsor*

## IRODALOM

- Aksnes, Dag W. (2003): Characteristics of Highly Cited Papers. *Research Evaluation*. 12, 159–170. DOI: 10.3152/147154403781776645
- Borrmann, Lutz – Mutz, R. – Hug, S. E. – Daniel, H. D. (2011): A Multilevel Meta-analysis of Studies Reporting Correlations between the h Index and 37 Different h Index Variants. *Journal of Informetrics*. 5, 346–359. DOI: 10.1016/j.joi.2011.01.006
- Bourke, Paul – Butler, Linda (1996): Publication Types, Citation Rates and Evaluation. *Scientometrics*. 37, 473–494. • <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02019259>
- Cole, Jonathan R. – Cole, Stephen (1973): *Social Stratification in Science*. The University of Chicago Press, Chicago
- Dobrov, G[ennagyij] M[ihajlovič] (1970): *Nauka o Nauke*. Naukova Dumka, Kiev
- Egghe, Leo (2006): Theory and Practice of the g-index. *Scientometrics*. 69, 131–152. DOI: 10.1007/s11192-006-0144-7 • <http://link.springer.com/article/10.1007%2FS11192-006-0144-7>
- Garfield, Eugene – Welljams-Dorof, Alfred (1992): Of Nobel Class: A Citation Perspective on High Impact Research Authors. *Theoretical Medicine*, 13, 117–135.
- Glänzel, Wolfgang (2007): Characteristic Scores and Scales. A Bibliometric Analysis of Subject Characteristic Based on Long-term Citation Observation. *Journal of Informetrics*. 1, 92–102. DOI:10.1016/j.joi.2006.10.001
- Hirsch, Jorge E. (2005): An Index to Quantify An Individual's Scientific Research Output. *Proceedings of the National Academy of the USA*. 102, 16569–16572. DOI: 10.1073/pnas.050765102 <http://www.pnas.org/content/102/46/16569.full>
- Lehmann, Sune – Lautrup, B. – Jackson, A. D. (2003): Citation Networks in High Energy Physics. *Physical Review*. E68, 026113-1-026113-8. DOI: 10.1103/PhysRevE.68.026113 • <http://www.lautrup.nbi.dk/papers/prez6113.pdf>
- Vinkler Péter (1988): An Attempt of Surveying and Classifying Bibliometric Indicators for Scientometric Purposes. *Scientometrics*. 13, 239–259. DOI: 10.1023/A:1010519000767 • <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1010519000767>
- Vinkler Péter (2009): The  $\pi$ -index: A New Indicator for Assessing Scientific Impact. *Journal of Information Science*. 35, 602–612. • <http://scis.ugr.es/sites/default/files/files/TematicWebSites/hindex/Vinkler2009.pdf>
- Vinkler Péter (2010): *The Evaluation of Research by Scientometric Indicators*. Chandos Publishing, Cambridge • <https://books.google.hu/books?id=aoNwAgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Vinkler Péter (2013): Comparative Rank Assessment of Journal Articles. *Journal of Informetrics*. 7, 712–717. DOI: 10.1016/j.joi.2013.04.006
- Wildgaard, Lorna – Schneider, J. W. – Larsen, B. (2014): A Review of the Characteristics of 108 Author-level Bibliometric Indicators. *Scientometrics*. 101, 125–158. DOI: 10.1007/s11192-014-1423-3 • <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1408/1408.5700.pdf>