

mišljenja i komentari

Kako vrednovati znanstvenike?

N. Trinajstić

Institut "Rugjer Bošković" i Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb

Eksplzivni porast broja znanstvenika u svijetu pokrenuo je različite pokušaje vrednovanja znanstvenika prema njihovim publikacijama. Primjeri takvih pokušaja su da se znanstvenici rangiraju prema ukupnome broju radova, ukupnome broju citata, prosječnome broju citata, broju značajnih radova (broj radova koji imaju veću citiranost od npr. 100 citata), ukupnome faktoru utjecaja časopisa u kojemu su objavljeni radovi, itd. Svi ovi kriteriji imaju prednosti, ali i mane. Npr. broj radova ima prednost da ukazuje na znanstvenu produktivnost pojedinca, ali manu da ne otkriva koji je utjecaj pojedinoga znanstvenika na područje u kojem radi. Citiranost je kriterij, koji se često rabi. Npr. Agencija za znanstveni rad u Sloveniji ima na *webu* citiranost svih aktivnih slovenskih znanstvenika posljednjih pet godina, a lista se korigira svaki mjesec. Prednost je toga kriterija da se vidi ukupni utjecaj pojedinca, ali je mana da se u člancima s više autora teško može ocijeniti doprinos pojedinca. U Hrvatskoj se rabi i ukupni faktor utjecaja časopisa u kojemu su objavljeni radovi. Prednost toga kriterija je da članci objavljeni u časopisima visokog faktora utjecaja moraju proći rigoroznu provjeru prije objavljivanja, što garantira kvalitetu svakoga članka, ali mana je toga kriterija da se ne vidi doprinos pojedinoga članka faktoru utjecaja časopisa. Npr. u časopisu *Nature*, koji ima vrlo visok faktor utjecaja, nalaze se članci koji, sudeći po malom broju citata, nisu zapaženi.

Nedavno se pojavio zanimljiv prijedlog profesora J. E. Hirscha s Odjela za fiziku Kalifornijskoga sveučilišta u San Diegu. On je u članku pod naslovom *An index to quantify an individual's research output* (Proceedings of the National Academy of Science of the USA 102 (2005) 16569-16572) predložio jednostavan indeks koji je označio s h za rangiranje znanstvenika i koji je definirao kao broj radova s citiranošću jednakom ili većom od h . Hirsch je u svojem članku razmatrao fizičare. Najveći h -indeks među fizičarima ima E. Witten ($h = 110$, što znači da ima 110 radova s najmanje 110 citata). Witten je i dobitnik Fieldsove medalje* za razvoj teorije struna.

Na Hirschovoj listi među fizičarima s visokim indeksom h našli su se svi vodeći aktivni fizičari, npr. Nobelovci P. W. Anderson ($h = 91$), S. Weinberg ($h = 88$) P.-G. de Gennes ($h = 79$). Na kraju članka, Hirsch daje h -indeks u području biologije i biomedicine. I tu su naistaknutiji bioznanstvenici s najvišim indeksom. Najveći indeks h ima S. H. Snyder ($h = 191$). Nobelovac D. Baltimore je drugi ($h = 160$), a jedan od otkrivača virusa AIDS-a R. C. Gallo je treći ($h = 154$). Usporedba h -indeksa vodećih fizičara i bioznan-

stvenika ukazuje da ne valja prilikom npr. izbora u viša zvanja imati iste kriterije za fiziku i bioznanosti. Nažalost Hirsch se u svome članku ne bavi kemičarima, ali kaže da bi se h -indeks mogao upotrijebiti i u drugim znanstvenim disciplinama.

Problem s h -indeksom javlja se kada više znanstvenika ima isti h . Tada treba uvesti dodatne kriterije, jer npr. dva znanstvenika mogu imati $h = 25$, ali jedan ima citiranost svih 25 radova između 25 i 40, a drugi ima sličnu distribuciju citiranosti radova, osim što ima dva rada s citiranošću od 250 i 400. Zato je možda najjednostavniji dodatni kriterij najcitiraniji članak. Mogu se još pridodati broj članaka s brojem citata ≥ 100 te najcitiranija knjiga, ako ima npr. broj citata ≥ 200 .

U ovome eseju primijenit ću gornje kriterije na neke bivše i sadašnje članove Grupe za teorijsku kemiju Instituta "Rugjera Boškovića" (IRB): *Milana Randića* (koji je utemeljio Grupę za teorijsku kemiju), *Zlatka Meića* (prvoga člana Grupe – sada redovitoga profesora u Kemijskome odsjeku Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta (PMF)), *Zvonimira B. Maksića* (drugoga člana Grupe – sada emeritusa na IRB-u), *Aleksandra Sabljića* (predstojnika Zavoda za fizičku kemiju IRB-a i člana Grupe), *Tomislava P. Živkovića* (voditelja Grupe), *Sonju Nikolić* (članicu Grupe u najvišem zvanju od svih članica Grupe) i *Antu Graovca* (člana Grupe i vrlo uspješnoga organizatora godišnjih skupova MATH/CHEM/COMP u Dubrovniku). Kao autor članka navest ću i svoje podatke (bio sam član Grupe od 1966. do 2001., a sada sam emeritus na IRB-u). Četvorica (Graovac, Maksić, Randić, Živković) su diplomirala fiziku, dvoje kemiju na PMF-u (Nikolić, Sabljić) i dvojica kemiju na Tehnološkome fakultetu (Meić i ja).

Sve potrebite podatke o citiranosti, koje je skinula s *Web of Science* 15. i 16. prosinca 2006., dostavila mi je dr. Dušanka Janežič, voditeljica Grupe za molekularno modeliranje u Nacionalnome institutu za kemiju u Ljubljani. Akademik Leo Klasinc (emeritus na IRB-u; $h = 25$) također je izračunao h -indekse za veći broj aktivnih hrvatskih kemičara početkom prosinca 2006. za vrijeme boravka na Louisiana State University u Baton Rougeu, pa su h -indeksi za ovdje navedene kolege uspoređeni s njegovim rezultatima.

Evo rezultata za gore spomenutih osam znanstvenika, koji su dani abecednim redom. Za svakoga navodim h -indeks, broj radova sa 100 i više citata, najcitiraniji rad s njegovim brojem citata i taj rad te najcitiraniju knjigu ako ima 200 ili više citata.

(i) Graovac

$h = 15$

broj radova sa 100 ili više citata: 1

najcitiraniji članak: 197

(A. Graovac, I. Gutman, N. Trinajstić, and T. Živković, *Graph Theory and Molecular Orbitals. Application of Sachs Theorem*, *Theoret. Chim. Acta* 26 (1972) 67–78)

* Valja nešto kazati o Fieldsovoj medalji. Predsjedavajući Međunarodnoga kongresa matematičara u Torontu 1924., kanadski matematičar John Charles Fields (1863.–1932.) predložio je da se iz preostaloge novca na kraju kongresa dodijeli medalja za izuzetno otkriće u matematici. Taj je prijedlog realiziran za Međunarodnoga kongresa matematičara održanome u Zürichu 1932. i otada se na svakome kongresu dodjeljuje Fieldsova medalja (nazvana tako u čast njena predlagača) matematičaru mladem od 40 godina za vrijedno matematičko dostignuće.

najcitiranija knjiga: 335

(A. Graovac, I. Gutman, and N. Trinajstić, *Topological Approach to the Chemistry of Conjugated Molecules*, Springer-Verlag, Berlin, 1977, 123 str.)

(ii) Maksić

$h = 25$

broj radova sa 100 ili više citata: 0

najcitiraniji članak: 93

(M. Randić and Z. B. Maksić, Hybridization by the Maximum Overlap Method, *Chem. Rev.* **72** (1972) 43–53)

(iii) Meić

$h = 14$

broj radova sa 100 ili više citata: 1

najcitiraniji članak: 116

(Z. Meić and H. Güsten, Vibrational Studies of *trans*-Stilbenes. 1. Infrared and Raman-Spectra of *trans*-Stilbene and Deuterated *trans*-Stilbenes, *Spectrochim. Acta* **A34** (1978) 101–111)

(iv) Nikolić

$h = 21$

broj radova sa 100 ili više citata: 2

najcitiraniji članak: 121

(Mihalić, S. Nikolić, and N. Trinajstić, Comparative Study of Molecular Descriptors Derived from the Distance Matrix, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **32** (1992) 28–37)

(v) Randić

$h = 52$

broj radova sa 100 ili više citata: 14

najcitiraniji članak: 1434

(M. Randić, On Characterization of Molecular Branching, *J. Am. Chem. Soc.* **97** (1975) 6609–6615)

(vi) Sabljic

$h = 25$

broj radova sa 100 ili više citata: 3

najcitiraniji članak: 175

(A. Sabljic and N. Trinajstić, Quantitative Structure-Activity Relationships: The Role of Topological Indices, *Acta Pharm. Jugosl.* **31** (1981) 189–214)

(vii) Trinajstić

$h = 47$

broj radova sa 100 ili više citata: 15

najcitiraniji članak: 426 citata

(I. Gutman, M. Milun, N. Trinajstić, Graph Theory and Molecular Orbitals. XIX. Non-Parametric Resonance Energies of Arbitrary Conjugated Systems, *J. Am. Chem. Soc.* **99** (1977) 1692–1704)

najcitiranija knjiga: 1545 citata

(N. Trinajstić, *Chemical Graph Theory*, CRC Press, Boca Raton FL, 1983.; II. izdanje 1992.)

(viii) Živković

$h = 14$

broj radova sa 100 ili više citata: 1

najcitiraniji članak: 195

(A. Graovac, I. Gutman, N. Trinajstić, and T. Živković, Graph Theory and Molecular Orbitals. Application of Sachs Theorem, *Theoret. Chim. Acta* **26** (1972) 67–78)

Gornje rezultate ne treba komentirati – oni jasno pokazuju tko je tko u ovome skupu od osmorice znanstvenika. Ovi rezultati također ukazuju na to da je važno objavljivati u časopisima visokoga faktora utjecaja, ali da su još važnije izvorne ideje i novi prodori. Šteta što *Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa* nema takvu listu ili bar listu u kojoj su aktivni hrvatski znanstvenici rangirani po h -indeksu jer bi tada bilo jasno tko su istaknuti istraživači i koje programe treba obilnije financijski pomagati. Šteta što ni Institut "Rugjer Bošković" nema takvu listu, jer se onda ne bi događalo da se izbornu povjerenstvo sastoji od članova koji imaju daleko manji h -indeks od kandidata o čijem napredovanju u više zvanje moraju odlučiti.