

mišljenja i komentari

Prilog vrednovanju znanstvenikâ u Hrvatskoj – prijedlog novoga scientometrijskog kriterija

V. Stilinović*

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Kemijski odsjek, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

U suvremenom svijetu brzoga znanstvenog napretka i velikoga broja istraživača često se ukazuje potreba za kvantitativnim vrednovanjem kvalitete znanstvenoga doprinosa pojedinog znanstvenika, kako unutar pojedinih područja tako i među različitim područjima. Kako su prave lučonoše svakoga društva znanja upravo njegovi najizvrsniji stručnjaci, kriteriji po kojima se utvrđuje ta izvrsnost nisu od upravo neprispodobive važnosti samo za formalno rangiranje znanstvenikâ već predstavljaju nuždan preduvjet napretka znanosti pa i društva samoga.

Mnogi se kriteriji rabe u ocjenjivanju znanstvene izvrsnosti. Među njima tradicionalno prva mjesta zauzimaju broj objavljenih znanstvenih radova, ukupna citiranost, prosječna citiranost, faktori odjeka (*impact factor*) časopisâ u kojima pojedinac objavljuje, ukupan zbroj dotičnih faktora, ili pak njihov prosjek. Također su definirani i mnogi složeniji scientometrijski indeksi kao što su Hirschov indeks (*h*), kvocijent *m*, Erdősev broj te mnogi drugi.¹

Prema Pravilniku o uvjetima za izbore u znanstvena zvanja, koje je objavilo Nacionalno vijeće za znanost Republike Hrvatske,² definiraju se minimalne razine kvantitativnih i kvalitativnih kriterija koje je potrebno ispuniti za izbor u pojedina znanstvena zvanja. Pri tome su kvantitativni kriteriji definirani kao broj objavljenih znanstvenih radova, dok je kvalitativni kriterij, u području prirodnih znanosti, biomedicine i zdravstva, definiran izrazom

$$K = \sum_i FD_i \frac{IF_i}{\text{med}(IF)_i},$$

gdje je IF_i faktor odjeka časopisa u kojemu je *i*-ti rad objavljen, FD_i faktor doprinosa autora dotičnomu radu, a $\text{med}(IF)_i$ medijan faktora odjeka područja kojemu časopis pripada. Takva definicija indeksa *K* ne samo da omogućuje propisivanje minimalne kvalitete znanstvenika za izbor u pojedina zvanja (to jest, s kolikim se najmanjim *K* može pristupiti u koje zvanje) već omogućuje laku poredbu kvalitete znanstvenikâ. Ukaže li se u nekoj zgodi potreba za ustanovljenjem činjeničnoga stanja glede pitanja tko je bolji znanstvenik, potencijalnim se kandidatima jednostavno ima izmjeriti *K*, te se onoga s većim *K* ima smatrati boljim znanstvenikom.

Kvaliteta znanstvenog doprinosa hrvatskog znanstvenika je time jasno i jednoznačno određiva kao veličina njegova *K*. Međutim upitno je koliko je kvantiteta znanstvenih radova adekvatno opisana jednostavnim brojem publikacija. Vrijednost publikacije danog broja znanstvenih radova valjalo bi ocijeniti relativno prema vremenu u kojemu su ti radovi objavljeni – samo takvo će

mjerilo pokazati stvarnu znanstvenu plodnost (fertilitet) pojedinoga znanstvenika.

Da bismo riješili problem mjerenja znanstvene plodnosti, definirali smo novi scientometrijski indeks koji bi izražavao upravo to svojstvo. Za dotičnu mjeru predložimo naziv *G*-indeks, definiran kao godina života u kojoj je znanstvenik objavio svoj *G*-ti znanstveni rad. Primjerice ako bi netko u 32. godini života objavio 31., 32., i 33. znanstveni rad čiji je koautor, njegov *G*-indeks bio bi 32. Jednostavnije rečeno, znanstvenikov *G*-indeks je onaj najmanji iznos funkcije $G(t)$, definirane kao supremum znanstvenikove dobi izražene u godinama, tj.

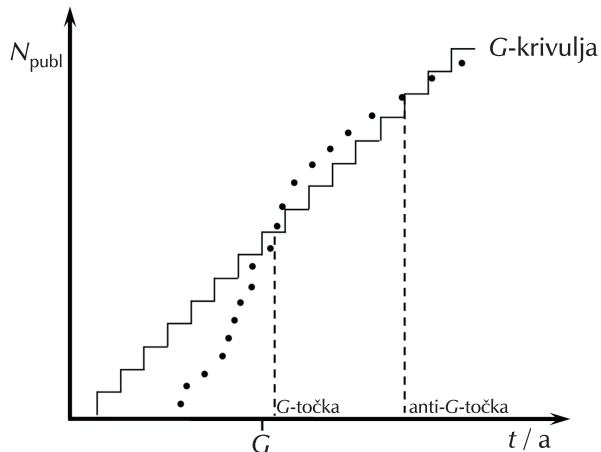
$$G(t) = \sup(t / a),$$

gdje je *t* vrijeme proteklo od znanstvenikova rođenja, a *a* (kalendarska) godina, za koji istinosa vrijednost tvrdnje $N_{\text{publ}}(t) \geq G(t)$ postaje jednaka **T**, pri čemu je $N_{\text{publ}}(t)$ broj znanstvenih radova koje je znanstvenik objavio do vremena *t*. Valja zamijetiti da je $G(t)$ stepenasta funkcija čija je prva vremenska derivacija uvijek jednaka ničiti, osim na znanstvenikove rođendane kada $G(t)$ nije derivabilna.

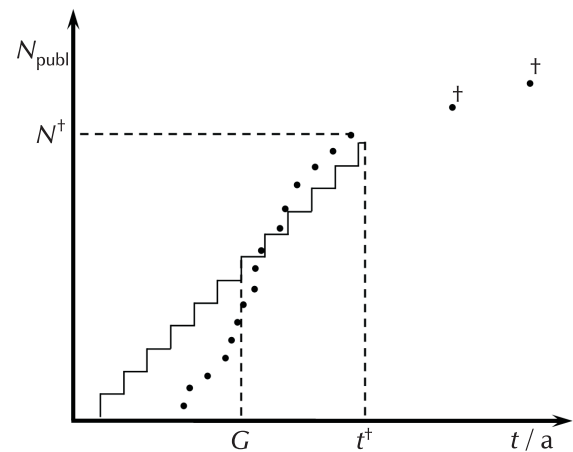
Stjecanje *G*-indeksa može se prikazati i grafički pomoću *G*-grafikona (slika 1), na kojemu znanstvenikov *G*-indeks odgovara zadnjem skoku *G*-krivulje prije nego što ju presiječe linearna interpolacija funkcije $N_{\text{publ}}(t)$. Točka u vremenu u kojoj znanstvenik dobiva svoj *G*-indeks naziva se *G*-točkom. Za znanstvenika koji još nije dosegao svoju *G*-točku računa se da je njegov *G*-indeks beskonačan ($+\infty$). Iz toga slijedi da će očekivane vrijednosti *G*-indeksa poprimati vrijednosti nenegativnih cijelih brojeva ($G \in \mathbf{N}^0$). Zamislivo je doduše da bi, primjerice, pokoji roditelj mogao kao suautora koje svoje publikacije navesti svoje začeto, ali još nerođeno dijete, čime bi dotično dijete imalo *G*-indeks od -1 , no takvi su slučajevi za sada u praksi dosta rijetki, barem u hrvatskoj znanosti.

Očito, *G*-indeks je inverzna mjera plodnosti – što je znanstvenik plodniji, to mu je *G* manji. Stoga će jamačno tkogod prigovoriti njegovoj uporabi, smatrajući ga neintuitivnim, zbnjujućim. Dotično bi se moglo riješiti uporabom recipročnoga *G*-indeksa, G^{-1} . Mada bi tako modificirana mjera plodnosti bila usklađena s uobičajenim ponašanjem scientometrijskih indeksa (prema načelu što više – to bolje), njezina se uporaba ne može preporučiti iz formalnih razloga. Naime, u gore opisanom slučaju roditelja koji navodi nerođeno dijete kao suautora publikacije ne postoji prava garancija da će ista zaista i biti objavljena prije djetetova rođenja. Ako dotična publikacija bude objavljena samo jedan dan prije djetetova rođenja, vrijedilo bi da je djetetu $G = G^{-1} = -1$, a ako je dan poslije, vrijedit će $G = G^{-1} = 1$. Dogodi li se međutim da je publikacija objavljena točno na dan rođenja, tada G^{-1} poprima nedopustivu vrijednost $\pm\infty$, dok je *G* jednostavno jednak ničiti.

* Dr. sc. Vladimir Stilinović
e-pošta: vstilinovic@chem.pmf.hr



Slika 1 – G-grafikon za imaginarni slučaj znanstvenika koji u G -toj godini života dobiva G -faktor G , a gubi ga navršivši $(G + 6)$ -u. N_{publ} označava broj znanstvenikovih publikacija, a t vrijeme proteklo od njegova rođenja (izraženo u godinama, a).



Slika 2 – G-grafikon za imaginarni slučaj znanstvenika s G -faktorom G , koji umire u t^+ kao (su)autor N^+ znanstvenih radova. Dva postumno objavljena znanstvena rada označena su na grafikonu znakom $+$.

Valja naglasiti da pojedinac može i izgubiti svoj G -indeks. Ako mu učestalost publiciranja znanstvenih radova opadne ispod jedne publikacije godišnje, može se dogoditi da mu iznos $G(t)$ postane veći od iznosa $N_{\text{publ}}(t)$, tj. da mu na G -grafikonu linearna interpolacija funkcije $N_{\text{publ}}(t)$ padne ispod G -krivulje. Vrijeme u kojemu se to dogodi naziva se *anti-G-točkom*. Za razliku od G -točke, koja se može doseći bilo koji dan u godini (tj. kada se publicira za to potreban znanstveni rad), *anti-G-točka* može se pojaviti samo na znanstvenikov rođendan, tj. kada vrijedi da je omjer vremena prošlog od njegova rođenja i srednje kalendarske godine cijeli broj, tj.

$$t/a \in \mathbf{N}.$$

U takvome se slučaju smatra da je dotičnomu znanstveniku G -indeks ponovno dosegao vrijednost $(+)\infty$. Ako mu se pak nakon toga poveća produktivnost tako da dosegne drugu G -točku, vraća mu se G -indeks istoga iznosa koji je imao i prije. Međutim znanstvenik koji često gubi i ponovno zadobiva svoj G -indeks očigledno je manje postojan istraživač od onoga koji prijeđe G -točku samo jednom u životu. Stoga je korisno definirati faktor postojanosti (P), koji je jednak broju *anti-G-točaka* u znanstvenikovo karijeri. Velike vrijednosti P vezane su uz nepostojanost, te se čak niti znanstvenici s najvećim K ne mogu hvastati stalnošću kvalitete rada, ako su vezani uz suviše velike P .

G -indeks se iznimno ne gubi u slučaju da znanstvena djelatnost bude trajno prekinuta, poradi znanstvenikove smrti ili iz nekoga

sličnoga opravdanog razloga. Tada se smatra da je došlo do prekida u G -krivulji, a kako $N_{\text{publ}}(t)$ ostaje konstanta pri zadnjoj vrijednosti N^+ (broj radova u trenutku smrti, t^+), ne može doći do pada linearne interpolacije funkcije $N_{\text{publ}}(t)$ ispod G -krivulje, budući da potonja nikada ne može prijeći vrijednost od $\sup(t^+/a)$ (slika 2). Dapače, $N_{\text{publ}}(t)$ može čak i narasti nakon t^+ , u slučaju postumnog koautorstva.

Kao zaključak, smatramo da bi se pri izboru u znanstvena zvanja valjalo uzimati u obzir i G -indeks kao mjeru znanstvene plodnosti. Mada veliki K definitivno ukazuje na visoku kvalitetu performanse jednoga znanstvenika, prava garancija buduće kvalitete dana je ne samo pozamašnom veličinom K , koja ukazuje na običaj publiciranja u časopisima visokog faktora odjeka, već i opravdanim očekivanjem zadovoljavajuće učestalosti penetracije njegovih radova u časopise općenito, što je pak dano njegovim G -indeksom. Stoga superiornim kandidatom za dano znanstveno zvanje (a u skladu s time i za radno mjesto) uvijek valja smatrati onoga čiji K ne samo da je zavidno velik već je uz to i dobro usklađen s G .

Literatura

1. R. Kear, D. Colbert-Lewis, Citation searching and bibliometric measures, *C&RL News* 72 (2011) 470–474.
2. Pravilnik o uvjetima za izbor u znanstvena zvanja, Narodne novine 26/13.