
Branimir
KLAIĆ

SCIJENTOMETRIJA ILI PEER REVIEW?

Osnov
tita ist
sko zr
djela u
stveni
stvene
koje p
Philad
kacije
(SSCI)
Content
marn
znans
obuhv
skoj:
Colleg
Intern
hvaća
Period
V
poku
Prilik
nosti
tentn
tome
parci
caja l
u od
nosa
čelon
broj
najp
znan
Idea

ALTENOGRAD DIVERGENCE

Uvod

Osnovna svrha temeljnog znanstvenog rada jest objaviti vlastita istraživanja i na taj način pokušati povećati ukupno ljudsko znanje. Zbog toga je potrebno objavljivati znanstvena djela u što dostupnijim i što utjecajnijim (kvalitetnijim) znanstvenim časopisima. Od mnogih sekundarnih izvora znanstvene literature najselektivnije i najoštije su baze podataka koje procesira Institute for Scientific Information (ISI) iz Philadelphije, SAD, koji objavljuje četiri sekundarne publikacije: *Science Citation Index* (SCI), *Social Science Citation Index* (SSCI), *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI) i *Current Contents*. Te baze obuhvaćaju između šest i sedam tisuća primarnih znanstvenih časopisa podijeljenih na dvjestotinjak znanstvenih područja. U ovom trenutku ISI-jeve publikacije obuhvaćaju pet primarnih časopisa koji se tiskaju u Hrvatskoj: *Croatica Chemica Acta* i *Strojarstvo* nalaze se u SCI-ju, *Collegium Antropologicum* i *Društvena istraživanja* u SSCI-ju, a *International Review of the Aesthetics and Sociology of Music* obuhvaća A&HCI. Do prije nekoliko godina SCI je obuhvaćao *Periodicum Biologorum* i *Acta Pharmaceutica Jugoslavica*.

Već mnogo godina znanstvenici i povjesničari znanosti pokušavaju razviti sustav mjerenja znanstvenog doprinosu. Prilikom vrednovanja znanstvenog rada postoje dvije krajnosti i, naravno, sva međustanja: jedna je procjena kompetentnog stručnjaka (peer review), a druga upotreba scijentometrijskih pokazatelja, dakle broja radova, broja citata, parcijalnih autorstava, očekivanog broja citata, faktora utjecaja korištenih časopisa itd. U svom članku o objektivnosti u odnosu na pouzdanost pri procjeni znanstvenog doprinosu, Narin¹ taj problem usporeduje s Heisenbergovim načelom neodredenosti. Najobjektivnija metoda jest odrediti broj objavljenih radova, ali je ona i najnepouzdanija, dok je najpouzdanije mišljenje istaknutog znanstvenika iz istog znanstvenog polja, ali je istodobno i najmanje objektivno. Idealno je rješenje kad prilikom procjene znanstvenog do-

prinosa obje metode daju isti rezultat. Međutim, što činiti kad ta dva načina procjene daju potpuno različit rezultat? Kojoj metodi se prikloniti?

Trenutno stanje u hrvatskoj znanosti

Hrvatska znanstvena zajednica s oko devet tisuća znanstvenika i istraživača² vrlo je mala i sudjeluje sa svega 0,17% u svjetskoj znanstvenoj zajednici.³ Njezin je znanstveni doprinos 0,08% od svjetski relevantne znanosti koju obuhvaćaju SCI, SSCI i A&HCI,⁴ daje produktivnost dvostruko nižu od svjetskog prosjeka. To nas ne treba iznenaditi jer su hrvatski znanstvenici i istraživači financirani u šestogodišnjem razdoblju – od 1991. do 1996. – s 10 700 USD po osobi godišnje,^{2,5} što je osam puta manje od svjetskog prosjeka za 1990., koji je iznosio 86 600 USD.³

Ako se držimo razdioba koju daju tri navedena indeksa, vidimo da se sve znanosti mogu podijeliti u dvjestotinjak znanstvenih polja, što u prosjeku daje četrdeset i pet znanstvenika i istraživača po polju. Tako malen broj osoba po polju ne jamči niti omogućuje osobitu objektivnost kod peer reviewa, tim više što je u mnogim znanstvenim poljima teško pronaći osobu koja bi mogla biti shvaćena kao istaknuti, svjetski priznati stručnjak u dotičnom polju.

U ovom se trenutku u Hrvatskoj prilikom utvrđivanja znanstvenog doprinosa uglavnom koristi metoda procjene kompetentnog hrvatskog stručnjaka, a povremeno se koristila i recenzija stranih znanstvenika. Navedena su dva primjera da se vidi kako to izgleda u praksi.

Primjer 1.

U okviru hrvatsko-američke znanstvene suradnje u 1995. g. ponuđen je 71 znanstveni projekt. Svi su projekti podvrgnuti postupku neovisne procjene kompetentnih stručnjaka s obje, hrvatske i američke, strane. Sustav procjene predviđa brojčane ocjene od 1 do 5, koje se određuju na dvije decimale, dakle postoji 401 ocjena. Posljednju riječ kod prihvaćanja znanstvenih projekata ima američka strana. Ukupno je prihvачeno 30, a odbijen ili odgođen 41 znanstveni projekt. Od odbijenih projekata 9 (22% od ukupnog broja) ih je s hrvatske strane bilo ocijenjeno ocjenom od 4,38 do 4,88, a s američke strane ocijenjeni su ocjenom 1. Razlika među ocjenama bila je između tri i četiri ocjene. S druge strane, 6 prihvaćenih projekata (20% od ukupnog broja) imalo je višu američku ocjenu od hrvatske. Najveća je razlika u slučaju projekta koji je s hrvatske strane bio ocijenjen s 2,28, a s američke ocjenom 4,40. Ovdje je razlika od »samo« dvije ocjene.⁶

Primjer 2.

U posljednjih petnaestak godina prosječna godišnja znanstvena produktivnost iznosi 0,54 članka koji registrira *Current Contents* po istraživaču.⁷

U šestogodišnjem razdoblju od 1991. god., kada su potpisani trogodišnji projekti s Ministarstvom znanosti i tehnologije Republike Hrvatske pa do kraja 1996. god., kada su potpisani novi programi, projekti i teme, znanstvenik koji je htio biti na svjetskom projektu morao je objaviti 3,24 znanstvena djela u časopisima koje obuhvaća *Current Contents*. Realizacija dosadašnjih projekata kao što to predviđa Zakon o znanstvenoistraživačkoj djelatnosti (čl. 13) trebala je biti osnova za prihvatanje novih znanstvenih tema, programa i projekata.⁸ U Hrvatskoj je u navedenom razdoblju bilo 207 znanstvenika (2,3% ukupnog broja) koji su objavili 10 ili više znanstvenih djela u časopisima koje obuhvaća *Current Contents*, te su bili tri ili više puta produktivniji od svjetskog prosjeka. Od tog broja 97 znanstvenika (47% od ukupnog broja) zaposleno je u Institutu Ruder Bošković, koji zapošljava oko 5,5% znanstvenika i istraživača iz Republike Hrvatske. Od tih 97 znanstvenika njih 11 (11,3%) spada u skupinu onih kojima su teme odbijene ili su ocijenjene najnižom ocjenom, koja za sobom »povlači« godišnju novčanu potporu za materijalne troškove od 24 000 kuna ili 4 000 USD za temu na kojoj radi od jednog do osam znanstvenika i istraživača. Dakle, u najnepovoljnijem slučaju, kada je riječ o temi s osam znanstvenika i istraživača, svaki od njih dobiva po 41,67 USD mjesечно za materijalne troškove. Važno je napomenuti da je najproduktivnija osoba kojoj je tema bila odbijena u šestogodišnjem razdoblju objavila 36 znanstvenih djela u časopisima koje obuhvaća *Current Contents*. Produktivnost navedene osobe je 11 puta veća od svjetskog prosjeka i nalazi se po produktivnosti na desetom mjestu među devet tisuća hrvatskih znanstvenika i istraživača.

Iz navedenog se može zaključiti da sustav procjene kompetentnih stručnjaka ima osnovnu manu u tome što se vrlo često ocjenjuje kandidat a ne njegovo djelo. Ako to opažanje povežemo sa činjenicom da je hrvatska znanstvena sredina vrlo mala, u kojoj se svi znanstvenici nekog znanstvenog polja međusobno poznavaju, to je dodatni argument koji govori protiv upotrebe peer reviewa kao odlučujućeg čimbenika u procjeni znanstvene djelatnosti. Naravno, peer review može uključiti i strane stručnjake, ali se u tom slučaju mogu ocjenjivati samo znanstvenici koji objavljaju svoja djela na svjetskim jezicima i u svjetski dostupnim časopisima. Podeemo li od činjenice da svega polovica hrvatskih znanstvenika objavljuje u svjetski dostupnoj literaturi⁷, očito je da druga

polovica znanstvenika ne može biti podvrgnuta međunarodnom peer reviewu, pa proizlazi da se u tim okolnostima hrvatski znanstvenici dijele u dvije skupine. Dodatnu podjelu unosi i zakonska regulativa⁹ koja zahtijeva da znanstvenici koji se bave prirodoslovno-matematičkim i biomedicinskim znanostima publiciraju svoja znanstvena djela u svjetski dostupnim časopisima koji su obuhvaćeni *Current Contentsom*, dok znanstvenici koji se bave tehničkim, biotehničkim, društvenim i humanističkim znanostima mogu objavljivati u domaćim časopisima koji su izjednačeni sa svjetskim. Od 37 društvenih i humanističkih časopisa 19 njih (51,4%) je dvojbene ili nedostatne znanstvene komunikabilnosti,¹⁰ odnosno uz najblagonakloniji pristup teško je te časopise proglašiti znanstvenima. Isto vrijedi za 2 časopisa (9,1%) iz znanstvenog područja tehničkih i biotehničkih znanosti.¹⁰ Podjelu hrvatskih znanstvenika na dvije potpuno različite skupine po pravima i obvezama potvrduju i Minimalni uvjeti za izbor u znanstvena zvanja,¹¹ jer prirodoznanstvenici poput kemičara, fizičara i biologa za izbor u zvanje »znanstveni savjetnik« ili »redoviti profesor« moraju objaviti najmanje 30 znanstvenih djela obuhvaćenih *Current Contentsom*, dok znanstvenici koji rade u području humanističkih i društvenih znanosti za isto zvanje mogu objaviti 8 potrebnih znanstvenih djela u domaćim časopisima koji su proglašeni po vrsnoći jednakim časopisima koje obuhvaća *Current Contents*.

Primjena sciJentometrijskih pokazatelja u procjeni znanstvenog doprinosa

U ovom prijedlogu primjene sciJentometrijskih pokazatelja u procjeni znanstvenog doprinosa pojedinca koriste se i slijede pokazatelji:

1. broj znanstvenih radova
2. parcijalno autorstvo
3. ukupno parcijalno autorstvo
4. ukupni broj citata
5. ukupni broj samocitata
6. ukupni broj neovisnih citata
7. očekivani broj citata
8. prosječni faktor utjecaja časopisa pojedinog znanstvenog polja.

Svakom autoru objavljenog znanstvenog rada pripada parcijalno autorstvo od 1/n rada, gdje je n broj autora. Ukupno parcijalno autorstvo je zbroj parcijalnih autorstava svih radova u čijoj je izradi znanstvenik sudjelovao. Broj citata je vezan za sve citate koje obuhvaćaju tri ISI-jeva indeksa, bez obzira na to je li citirano djelo objavljeno u časopisu koje obuhvaćaju ti indeksi ili ne. Kada je jedan od autora citiraju-

TABLICA I.

Broj objavljenih radova uz
adresu institucija iz Republike
Hrvatske u razdoblju 1980.-
1995. god. i svjetski faktori
utjecaja znanstvenih polja

ćeg i citiranog rada isti, citat se smatra samocitatom. Na temelju faktora utjecaja časopisa ili znanstvenog polja može se izračunati očekivani broj citata pojedinog rada ili skupine radova, pri čemu se pretpostavlja da je svaki članak na srednjoj vrijednosti utjecaja časopisa ili znanstvenog polja. Fak-

Znanstvena grana	Rad	Aut	PAut	RAut	PrKval	Cit
Opća kemija	594	1786	0,333	736	2,73	7,5
Farmakologija i farmacija	485	1784	0,272	764	2,99	8,2
Opća biologija	463	1592	0,291	837	3,06	8,4
Analitička kemija	412	1097	0,376	441	2,67	7,3
Fizička kemija	394	1295	0,304	504	2,84	7,8
Opća fizika	343	1778	0,193	797	4,96	13,6
Fizika čvrstog stanja	336	1167	0,288	375	3,24	8,9
Nuklearna fizika	305	2916	0,105	1181	3,07	8,4
Organska kemija	260	847	0,307	322	2,59	7,1
Biokemija i molekularna biologija	250	1028	0,243	558	6,22	17,0
Kristalografija	214	672	0,318	217	2,02	5,5
Onkologija	207	1099	0,188	512	4,42	12,1
Znanost o okolišu	197	607	0,325	286	2,02	5,5
Antropologija	189	498	0,380	269	0,84	2,3
Radiologija i nuklearna medicina	165	578	0,300	327	2,73	7,5
Primijenjena fizika	143	500	0,286	250	2,92	8,0
Atomska, molekularna i kemijska fizika	136	415	0,328	136	4,54	12,4
Nuklearne znanosti i tehnologija	133	1001	0,133	548	1,45	4,0
Znanost o polimerima	133	460	0,289	151	2,01	5,5
Biologija mora	126	367	0,343	203	2,19	6,0
Anorganska i nuklearna kemija	124	454	0,273	185	2,63	7,2
Fizika čestica i polja	114	1110	0,103	350	5,11	14,0
Znanost o materijalima	103	309	0,333	185	1,43	3,9
Endokrinologija i metabolizam	98	676	0,145	367	4,78	13,1
Opća i interna medicina	90	500	0,180	393	2,56	7,0
Oceanografija	85	282	0,301	136	3,80	10,4
Neuroznanosti	83	271	0,306	185	4,09	11,2
Eksperimentalna i istraživačka medicina	82	347	0,236	208	3,42	9,3
Pediatrija	78	334	0,234	246	2,15	5,9
Imunologija	78	359	0,217	242	6,26	17,1
Opća matematika	75	117	0,641	58	0,75	2,0
Javno zdravlje	73	315	0,232	120	1,99	5,4
Znanost i tehnologija hrane	66	186	0,355	98	1,71	4,7
Biofizika	66	232	0,284	146	5,04	13,8
Genetika i nasljeđivanje	65	297	0,219	213	3,97	10,9
Geoznanosti	65	247	0,263	134	3,11	8,5
Spektroskopija	64	199	0,322	117	1,71	4,7
Botanika	60	169	0,355	101	2,35	6,4
Multidisciplinarnе znanosti	57	196	0,291	156	5,04	13,8
Urologija	53	196	0,270	126	1,56	4,3
<i>Ukupno</i>	6931	28145	0,246			
Ostale znanstvene grane	1794	5535	0,324			
<i>Sveukupno</i>	8825	33680	0,262			

Rad = broj objavljenih radova; Aut = broj domaćih i stranih autora objavljenih radova;
PAut = parcijalno autorstvo (omjer broja radova i broja autora); RAut = broj različitih
osoba – domaćih i stranih autora objavljenih radova; PrKval = prosječni utjecaj časopisa
pojedine znanstvene grane prema referenciji 2; Cit = prosječni broj citata radova
znanstvene grane prema referencijama 2 i 4

tor utjecaja (impact factor) časopisa definira se za određenu godinu kao omjer broja citata članaka objavljenih u časopisu u prethodne dvije godine i ukupnog broja radova objavljenih u časopisu u istom vremenskom razdoblju. Faktori utjecaja časopisa pojedinih znanstvenih polja znatno se razlikuju, i zbog toga se dva znanstvena polja ne mogu izravno usporediti (tablica 1).¹² Prosječni faktor utjecaja svih časopisa obuhvaćenih SCI-jem iznosi 1,5¹³, a prosječni rad obuhvaćen SCI-jem citiran je u četrnaestogodišnjem razdoblju ukupno 8,5 puta.¹⁴

Scijentometrijski pokazatelji prikazani u tablici 1 mogu se podijeliti na hrvatske (lokalne) i svjetske (globalne). Lokalni pokazatelji vezani su uz produktivnost i parcijalno autorstvo, dok su globalni vezani uz broj autora, prosječni faktor utjecaja znanstvenog polja te očekivani broj citata u koje su uključeni neovisni citati i samocitati.

Prosječna svjetska produktivnost i faktor utjecaja pojedinog znanstvenog polja karakteristika je svake struke. Međutim, s obzirom na to da ne postoje pokazatelji prosječne svjetske produktivnosti, mogu se koristiti samo hrvatski pokazatelji. U ovom su članku za izračunavanje pokazatelja produktivnosti uzeti podaci o broju radova i prosječnom parcijalnom autorstvu samo onih hrvatskih znanstvenika koji su bili na razini svjetskog prosjeka ili iznad njega⁷, dakle znanstvenika koji su imali ukupno parcijalno autorstvo veće od 2,88 i/ili su objavili barem 9 članaka koji su bili obuhvaćeni s tri indeksa. Takvih je znanstvenika u Hrvatskoj bilo ukupno 792 ili oko 9% od ukupnog broja. U svakoj znanstvenoj grani u kojoj su radila barem tri znanstvenika izračunana je srednja vrijednost broja objavljenih radova, srednja vrijednost ukupnog parcijalnog autorstva te je naveden broj istraživača koji su bili na svjetskom prosjeku ili iznad njega (tablica 2). Znanstvene grane u kojima su radila manje od tri znanstvenika zbrojena su na razini znanstvenog područja ili polja i u tablici 2 prikazani su kao npr. ostale društvene znanosti ili ostale fizičke znanosti. Znanstvene grane i područja utvrđena su prema razdiobi navedenoj u tri indeksa, a ne prema pravilniku o utvrđivanju znanstvenih područja.¹⁵ U znanstvenim granama u kojima rade eksperimentalni i teorijski istraživači izračunana su oba pokazatelja produktivnosti za obje grupe istraživača.

Na temelju podataka navedenih u tablici 2 izračunani su scijentometrijski uvjeti za izbor znanstvenog savjetnika odnosno redovitog profesora za svaku znanstvenu granu i polaze od uvjeta organskog kemičara, dakle 30 znanstvenih radova. Scijentometrijski uvjeti uključuju broj radova, ukupno parcijalno autorstvo, ukupni broj citata te ukupni broj neovisnih citata, polaze i od pretpostavke da bi svaki znan-

stvenik trebao imati barem 50% neovisnih citata od ukupnog broja citata (tablica 3). Za zvanje višeg znanstvenog suradnika odnosno izvanrednog profesora očekuje se 60% pokazatelja produktivnosti savjetnika i 54% ($0,6 \times 0,9$) pokazatelja utjecaja (citiranosti), dok se za znanstvenog suradnika odnosno docenta traži 30%

Znanstvena grana	Istraživača	ParcAut	Radova
Organjska kemija	46	5,918	17,978
Analitička kemija	44	6,615	16,930
Fizička kemija	31	6,847	20,871
Znanost o polimerima	21	4,781	15,857
Anorganska i nuklearna kemija	20	4,675	15,667
Fizička kemija (teoretičari)	15	13,875	37,267
Elektrokemija	7	7,217	15,000
<i>Ukupno kemijске znanosti</i>	<i>185</i>	<i>6,674</i>	<i>19,169</i>
Fizika čvrstog stanja	32	6,295	21,250
Kristalografija	24	7,523	24,875
Nuklearna fizika	17	5,306	23,529
Fizika čvrstog stanja (teoretičari)	13	8,099	17,231
Nuklearna fizika (teoretičari)	13	8,555	28,923
Fizika čestica i polja (teoretičari)	13	6,580	15,923
Atomska, molekularna i kemijska fizika	13	6,417	19,417
Oceanografija	9	5,920	15,889
Primijenjena fizika	7	8,913	22,429
Fizika čestica i polja	7	4,557	20,429
Geoznanosti	7	5,981	18,857
Astronomija i astrofizika	7	3,359	12,000
Ostale fizičke znanosti	5	5,097	9,200
Optika	3	5,900	9,667
<i>Ukupno fizičke znanosti</i>	<i>170</i>	<i>6,552</i>	<i>20,414</i>
Opća matematika	6	7,264	9,500
Primijenjena matematika	4	5,564	9,750
<i>Ukupno matematičke znanosti</i>	<i>10</i>	<i>6,584</i>	<i>9,600</i>
Nuklearne znanosti i tehnologija	12	5,843	25,333
Znanost o materijalima	10	7,583	22,200
Ostalo inženjerstvo	9	3,999	9,222
Znanost i tehnologija hrane	7	4,663	11,429
Metalurgija i rудarstvo	5	8,012	18,200
Kemijsko inženjerstvo	4	4,229	8,500
Znanost o materijalima, keramika	3	3,417	12,667
<i>Ukupno inženjerstvo</i>	<i>50</i>	<i>5,636</i>	<i>17,040</i>
Farmakologija i farmacija	72	4,485	14,620
Biokemija i molekularna biologija	34	5,096	17,412
Opća biologija	30	5,382	18,533
Znanost o okolišu	25	4,461	11,792
Ostale biomedicinske znanosti	16	5,172	14,688
Biologija mora	12	4,650	10,667
Istraživačka i eksperimentalna medicina	7	7,430	26,857
Imunologija	7	4,039	14,857
Biofizika	5	3,399	12,600
Botanika	5	5,277	12,600
Genetika i nasljedivanje	5	5,423	18,600
Mikrobiologija	5	2,870	9,400
<i>Ukupno biomedicinske znanosti</i>	<i>223</i>	<i>4,811</i>	<i>16,319</i>

TABLICA 2

Prosječna znanstvena produktivnost po znanstvenim granama istraživača iz Republike Hrvatske koji su bili na razini svjetske produktivnosti ili iznad nje u razdoblju 1980.-1995. god.

Istraživača = broj istraživača na razini svjetskog prosjeka ili iznad njega

ParcAut = prosječno parcijalno autorstvo po istraživaču u pojedinoj znanstvenoj grani Radova = prosječni broj objavljenih radova po istraživaču uz adresu institucije iz Republike Hrvatske produktivnosti savjetnika odnosno 22,5% utjecaja ($0,3 \times 0,75$).

Prosječna citiranost znanstvenika iz Instituta »Ruder Bošković bila je oko 85% od očekivane^{11,12}, dok se hrvatski prosjek može procijeniti na 65 do 70% od očekivane.¹²

TABLICA 2 (nastavak)

Prosječna znanstvena produktivnost po znanstvenim granama istraživača iz Republike Hrvatske koji su bili na razini svjetske produktivnosti ili iznad nje u razdoblju 1980.-1995. god.

Istraživača = broj istraživača na razini svjetskog prosjeka ili iznad njega

ParcAut = prosječno parcijalno autorstvo po istraživaču u pojedinoj znanstvenoj grani

Radova = prosječni broj objavljenih radova po istraživaču uz adresu institucije iz Republike Hrvatske produktivnosti savjetnika odnosno 22,5% utjecaja (0,3 x 0,75).

Prosječna citiranost znanstvenika iz Instituta »Ruder Bošković« bila je oko 85% od očekivane^{16,17}, dok se hrvatski prosjek može procijeniti na 65 do 70% od očekivane.¹²

Znanstvena grana	Istraživača	ParcAut	Radova
Onkologija	44	4,787	19,273
Endokrinologija i metabolizam	13	4,294	15,538
Radiologija i nuklearna medicina	11	4,441	12,091
Ostale kliničke znanosti	10	6,007	17,900
Javno zdravlje	10	5,321	18,800
Gastroenterologija	7	2,486	12,429
Ginekologija i porodiljstvo	7	6,138	21,571
Otorinolaringologija	5	3,347	11,400
Neuroznanosti	4	4,832	14,750
Opća i interna medicina	4	2,961	11,000
Kardiologija	3	5,375	11,667
Urologija	3	3,039	9,000
<i>Ukupno kliničke znanosti</i>	121	2,905	9,603
Antropologija	17	4,450	10,765
Ostale društvene znanosti	5	5,253	7,400
Informacijske znanosti	3	5,400	8,333
<i>Ukupno društvene znanosti</i>	25	4,725	9,800
<i>Ukupno humanističke znanosti</i>	8	3,875	3,875
<i>Sveukupno</i>	792	5,391	16,185

Scijentometrijski pokazatelji prikazani u tablici 3 trebaju imati određeni hijerarhijski redoslijed: ukupni broj neovisnih citata, ukupni broj citata, ukupno parcijalno autorstvo i na koncu ukupni broj objavljenih radova. Neovisni citati se shvaćaju kao procjena kompetentnih stručnjaka, i to ne kao peer review jednog do tri uvažena stručnjaka iz znanstvene grane, nego kao procjena svih znanstvenika iz znanstvene grane. Ukoliko je smisao znanstvenog djela povećati ljudsko znanje, onda je razumno očekivati da ljudi kojima je znanje povećano objavljanjem tog djela tu činjenicu navdu u svojim kasnije objavljenim člancima.

TABLICA 3
Uvjeti za izbor u zvanje »znanstveni savjetnik« odnosno »redoviti profesor« u znanstvenim granama izračunani na temelju scijentometrijskih parametara prikazanih u tablicama 1 i 2

Rad = ukupni broj objavljenih radova

ParcAut = ukupno parcijalno autorstvo

Citata = ukupni broj citata izračunan prema faktoru utjecaja znanstvene grane

NeovCit = broj neovisnih citata, 50% od ukupnog broja citata

n.i. = nije izračunato

n.p. = nije poznato

Znanstvena grana	Rad	ParcAut	Citata	NeovCit
Organska kemija	30	9,875	212	106
Analitička kemija	28	11,038	206	103
Fizička kemija	35	11,426	270	135
Znanost o polimerima	26	7,978	145	73
Anorganska i nuklearna kemija	26	7,801	188	94
Fizička kemija (teoretičari)	62	23,153	483	241
Elektrokemija	25	12,043	170	85
<i>Ukupno kemijske znanosti</i>	32	11,137	226	113
Fizika čvrstog stanja	35	10,505	314	157
Kristalografija	42	12,554	229	115
Nuklearna fizika	39	8,854	329	165
Fizika čvrstog stanja (teoretičari)	29	13,515	255	127
Nuklearna fizika (teoretičari)	48	14,276	405	202
Fizika čestica i polja (teoretičari)	27	10,980	371	186
Atomska, molekularna i kemijska fizika	32	10,708	402	201
Oceanografija	27	9,879	275	138
Primijenjena fizika	37	14,873	299	149

Znanstvena grana	Rad	ParcAut	Citata	NeovCit
Fizika čestica i polja	34	7,604	476	238
Geoznanosti	31	9,981	267	134
Astronomija i astrofizika	20	5,605	248	124
Ostale fizičke znanosti	15	8,505	150	75
Optika	16	9,845	96	48
<i>Ukupno fizičke znanosti</i>	<i>34</i>	<i>10,933</i>	<i>320</i>	<i>160</i>
Opća matematika	16	12,121	32	16
Primijenjena matematika	16	9,285	45	22
<i>Ukupno matematičke znanosti</i>	<i>16</i>	<i>10,987</i>	<i>39</i>	<i>19</i>
Nuklearne znanosti i tehnologija	42	9,750	168	84
Znanost o materijalima	37	12,654	145	72
Ostalo inženjerstvo	15	6,673	58	29
Znanost i tehnologija hrane	19	7,781	89	45
Metalurgija i rудarstvo	30	13,370	115	58
Kemijsko inženjerstvo	14	7,057	57	28
Znanost o materijalima, keramika	21	5,702	88	44
<i>Ukupno inženjerstvo</i>	<i>28</i>	<i>9,405</i>	<i>112</i>	<i>56</i>
Farmakologija i farmacija	24	7,484	199	100
Biokemija i molekularna biologija	29	8,504	494	247
Opća biologija	31	8,981	259	129
Znanost o okolišu	20	7,444	109	54
Ostale biomedicinske znanosti	25	8,631	165	82
Biologija mora	18	7,759	107	53
Istraživačka i eksperimentalna medicina	45	12,398	419	209
Imunologija	25	6,740	424	212
Biofizika	21	5,672	290	145
Botanika	21	8,806	135	68
Genetika i nasljeđivanje	31	9,049	337	168
Mikrobiologija	16	4,789	148	74
<i>Ukupno biomedicinske znanosti</i>	<i>27</i>	<i>8,028</i>	<i>280</i>	<i>140</i>
Onkologija	32	7,988	389	194
Endokrinologija i metabolizam	26	7,165	339	169
Radiologija i nuklearna medicina	20	7,411	151	75
Ostale kliničke znanosti	30	10,024	225	112
Javno zdravlje	31	8,879	171	85
Gastroenterologija	21	4,148	179	89
Ginekologija i porodiljstvo	36	10,243	259	129
Otorinolaringologija	19	5,585	69	34
Neuroznanosti	25	8,063	275	138
Opća i interna medicina	18	4,941	128	64
Kardiologija	19	8,969	218	109
Urologija	15	5,071	64	32
<i>Ukupno kliničke znanosti</i>	<i>16</i>	<i>4,848</i>	<i>133</i>	<i>66</i>
Antropologija	18	7,426	41	21
Ostale društvene znanosti	12	8,766	n.i.	n.i.
Informacijske znanosti	14	9,011	39	20
<i>Ukupno društvene znanosti</i>	<i>16</i>	<i>7,885</i>	<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>
<i>Ukupno humanističke znanosti</i>	<i>7</i>	<i>6,466</i>	<i>n.p.</i>	<i>n.p.</i>
<i>Sveukupno</i>	<i>27</i>	<i>8,996</i>		

Svaki znanstvenik koji objavi nekoliko znanstvenih djela iz iste znanstvene problematike nužno mora citirati svoja prethodna djela, pri čemu treba naglasiti da što je neki znanstvenik prosječno slabije citiran, to gotovo redovito ima veći postotak samocitata. U neobjavljenoj analizi ustanovljeno je da se broj samocitata organskih kemičara iz Instituta »Ruder Bošković« kretao između 15 i 85% ukupnog broja citata, s time da je srednja vrijednost svih analiziranih znanstvenika iznosila oko 50%.

Ovaj prijedlog predviđa mogućnost međusobne zamjene neovisnih citata i samocitata, tako da bi 10% neovisnih citata moglo biti zamijenjeno samocitatima, dok bi svi samocitati mogli biti zamijenjeni neovisnim citatima. Omjer zamjene bio bi 1 neovisni citat = 10 samocitata.¹⁸ Uzmimo primjer znanstvene grane opća i interna medicina. Od kandidata se očekuje 18 znanstvenih radova, ukupno 128 citata, a od toga 64 neovisnih citata. Šest neovisnih citata dozvoljeno je zamijeniti sa 60 samocitata, pa kandidat treba imati 58 neovisnih citata i 124 samocitata. Prilično je teško očekivati 124 samocitata na 18 radova, jer to iznosi gotovo 7 samocitata po radu. U obratnom slučaju, zamjene samocitata neovisnim citatima, kandidatu je dovoljan 71 neovisni citat ($64 + 64/10$).

Znanstvenu proizvodnju najlakše je povećati porastom broja autora na znanstvenom djelu. Dva dvoautorska članka svakom od četvorice autora donose po jedan rad, međutim ako se autori dogovore i objave dva četveroautorska članka, svakom autoru donose dva rada. To je razlog zbog kojeg se ukupno parcijalno autorstvo nalazi hijerarhijski više od ukupnog broja objavljenih radova. U rijetkim slučajevima neki znanstvenici objavljaju svoje radove uz znatno manji broj koautora nego što je to uobičajeno za znanstvenu granu kojom se bave. Vratimo se ponovno znanstvenoj grani opća i interna medicina. Od kandidata se očekuje objavljivanje 18 znanstvenih djela i ukupno parcijalno autorstvo 4,941. Ne bi bilo korektno od znanstvenika koji objavljuje samo jednoautorske radove očekivati da ih objavi svih 18, jer bi tada imao ukupno parcijalno autorstvo 18,000 ili 3,6 puta veće nego što se očekuje od prosječnog kandidata. Zbog toga se predlaže da svaki kandidat u bilo kojoj znanstvenoj grani koji ima ukupno parcijalno autorstvo 50% veće od navedenog u tablici 3 zadovoljava uvjete znanstvene produktivnosti bez obzira na broj objavljenih znanstvenih djela. U slučaju znanstvene grane opća i interna medicina to znači da kandidat s 8 objavljenih članaka i ukupnim parcijalnim autorstvom 7,412 zadovoljava uvjete produktivnosti.

Razmotrimo obratan slučaj: naš zamišljeni kandidat objavljuje u prosjeku osmoautorske radove, objavio je traže-

nih 18 članaka, ali mu je ukupno parcijalno autorstvo 2,250, odnosno više od dva puta niže od tražene vrijednosti. Ova se situacija može riješiti dodatnim zahtjevom da svaki kandidat koji ima dvostruko više objavljenih radova od traženih automatski zadovoljava uvjete znanstvene produktivnosti. Dakle, naš zamišljeni kandidat s 36 objavljenih članaka i ukupnim parcijalnim autorstvom 4,500 zadovoljio je uvjete produktivnosti.

Na kraju treba reći što se želi prijedlogom postići. Prvo, s obzirom na to da se znanstvene grane istog znanstvenog polja znatno razlikuju u produktivnosti po jedinici vremena, ovaj sustav pokušava uskladiti vremenske zahtjeve s traženom znanstvenom proizvodnjom. Drugo, uvođenje ukupnog parcijalnog autorstva posljedica je činjenice da neka istraživanja zahtijevaju veći broj različitih specijalista, što za posljedicu ima veći broj autora na objavljenom članku. Treće, bez obzira na to koliko je kandidat za izbor u zvanje ili za dobivanje znanstvenog projekta ugodno čuti da dva recenzenta koja ga poznaju povoljno misle o njemu, za ispunjenje svrhe znanstvenog djelovanja mnogo je značajnije što o kandidatu misle nepoznati kolege iz svijeta.

Svaki sustav nekoga na nešto prisiljava. Ponajprije, ovačko zamišljeni sustav izbora u znanstvena zvanja prisiljava znanstvenike da objavljaju svoja znanstvena djela u što boljim časopisima. Bolji časopisi tijekom postupka prihvatanja članka za objavljuvanje imaju viši prag tražene kvalitete znanstvenog djela, imaju solidniju i informativniju recenziju, pa čak kada i odbiju objaviti članak, pomažu u priredivanju nove verzije rukopisa za drugi časopis i, što je najvažnije, mnogo su dostupniji od slabijih časopisa. Sama dostupnost omogućuje autorima da se što više kolega diljem svijeta ima priliku upoznati s njihovim znanstvenim djelom. Statistički gledano, što se više kolega upozna s njihovim djelom, veća je vjerojatnost da će to djelo citirati, a time i prihvati u sustav ljudskog znanja, jer čak i najveća otkrića ako su poznata samo njihovim otkrivačima, nisu u sustavu općeg svjetskog znanja.

1. F. Narin. Objectivity versus relevance in studies of scientific advance, *Scientometrics*, 1 (1978) 35.
2. Nacionalni znanstvenoistraživački program za razdoblje od 1996. do 1998. godine, Nacionalno znanstveno vijeće, Zagreb, siječnja 1996.
3. Unesco, *Statistical Yearbook*, Unesco, Paris, 1993.
4. B. Klaić. Analysis of the scientific productivity of researchers from the Republic of Croatia for the period 1990-1992, *Scientometrics*, 32 (1995) 133.
5. *Statistički ljetopis*, 1992, Republika Hrvatska, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 1993.

LITERATURA

6. U.S. Croatian Joint Fund, <http://www.mzt.hr/hrv/medjunar/sad/sadproj.html>.
7. B. Klaic. Analysis of scientific productivity in Croatia according to the Science Citation Index, the Social Science Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index for the 1980-1995 period, *Croat. Med. J.*, 38 (1997), 88.
8. Zakon o znanstvenoistraživačkoj djelatnosti, *Narodne novine*, 1993, br. 96, str. 2159.
9. Pravilnik o mjerilima vrednovanja časopisa i publikacija s međunarodnom priznatom recenzijom, kao i s njima po vršnoći izjednačenih časopisa i publikacija, *Narodne novine*, 1997, br 2, str. 86.
10. S. Maričić, B. Sorokin i Z. Papeš. ... Po vršnoći izjednačeni..., ili (pr)ocjenjivanje i vrednovanje časopisa, *Rugjer*, 2 (7) (1997) 9.
11. Minimalni uvjeti za izbor u znanstvena zvanja, *Narodne novine*, 1997, br. 38, str. 1054.
12. A. Schubert, W. Glänzel i T. Braun. Scientometric datafiles. A comprehensive set of indicators on 2649 journals and 96 countries in all major science fields and subfields 1981-1985, *Scientometrics*, 16 (1989) 3.
13. *Science Citation Index Guide*, 1980-1993, Urednik E. Garfield (Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA).
14. R. M. May. The scientific wealth of nations, *Science*, 275 (1997) 793.
15. Pravilnik o utvrđivanju znanstvenih područja, *Narodne novine*, 1997, br. 29, str. 1348.
16. B. Klaic. Scientometric analysis of the research activities of chemists from the »Rugjer Bošković« Institute (Yugoslavia), 1976.-1985., *Scientometrics*, 19 (1990) 11.
17. M. Andreis. Scientometrijska analiza Instituta »Ruder Bošković« (1975.-1995.) *Rugjer*, 2 (8) (1997), 17.
18. V. Silobrčić i S. Milković. Znanstvene publikacije kao izvor podataka za vrednovanje znanstvenoistraživačkog rada, *Period biol.*, 87 (1985) 71.