

Aktivnost hrvatskih znanstvenih ustanova na području prirodnih znanosti od 1991. do 2005.

Nataša Jermen

Leksikografski zavod Miroslav Krleža

SAŽETAK: Znanstvena aktivnost hrvatskih ustanova iz sustava znanosti i visokoga obrazovanja od 1991. do 2005. utvrđena je analizom 8436 radova, objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti, koji su indeksirani u bazi WoS-SCI-Expanded u navedenom razdoblju. Time se dobio uvid u obilježja znanstvenoga komuniciranja hrvatskih znanstvenih ustanova, odnosno u njihovu produktivnost i utjecaj, za razdoblje koje je prethodilo uvođenju postojećega sustava vrednovanja znanstvenoga rada te donošenju nacionalnih strateških dokumenata koji su trebali dati smjernice razvoja znanosti. Također se utvrdilo jesu li pravni okvir vrednovanja znanstvenih ustanova i strategije razvoja znanosti bili utemeljeni na stvarnom stanju znanstvene aktivnosti na području prirodnih znanosti. Ovo je istraživanje polazišna točka daljnjim sustavnim scientometrijskim istraživanjima koja će omogućiti praćenje uočenih stanja i trendova aktivnosti hrvatskih znanstvenih ustanova.

Ključne riječi: *hrvatske znanstvene ustanove; scientometrijska analiza; WoS-SCI-Expanded; znanstvena produktivnost; znanstveni odjek; h-indeks; međuinstitucijska suradnja; znanstvena politika*

Uvod

Scientometrijska analiza znanstvenih publikacija omogućuje procjenu znanstvene aktivnosti znanstvenika, znanstvenih ustanova ili zemalja, uzimajući pritom u obzir specifičnosti znanstvenoga komuniciranja užihih znanstvenih područja. Osnovni su instrumentarij za scientometrijska istraživanja u prirodnim znanostima multidisciplinarna bibliografska i citatna baza podataka Science Citation Index-Expanded (SCI-Expanded), dostupna putem web usluge Web of Science (WoS)¹ i baza podataka Scopus.²

¹ SCI-Expanded dio je zbirke citatnih indeksa Web of Science Core Collection (WoSCC). Trenutačno indeksira više od 8500 vodećih svjetskih znanstvenih i stručnih časopisa iz prirodnih, tehničkih i medicinskih znanosti, a obuhvaća 150 znanstvenih disciplina, http://apps.webofknowledge.com/CCC_GeneralSearch_input.do?product=CCC&SID=R2Y9oFKwLZdGuelbSaH&search_mode=GeneralSearch (pristupljeno 15. X. 2015).

² Scopus, koji je 2004. utemeljila izdavačka kuća Elsevier, bibliografska je i citatna multidisciplinarna baza podataka koja indeksira više od 20 000 časopisa, <http://www.scopus.com/> (pristupljeno 15. X. 2015).

Za procjenu znanstvene aktivnosti rabe se različiti pokazatelji, većina kojih je namijenjena mjerenju znanstvene produktivnosti (npr. ukupan broj radova) i znanstvenoga odjeka radova (npr. ukupan broj citata, prosječan broj citata po radu, medijan citata), a u uporabi su i pokazatelji statusa časopisa (npr. faktor odjeka časopisa).³ Štoviše, kako su se razvijale i usavršavale citatne baze podataka, omogućeno je uvođenje postojanijih pokazatelja koji uzimaju u obzir različita obilježja znanstvene aktivnosti. Jedan od njih je *h*-indeks, pokazatelj koji povezuje znanstvenu produktivnost i znanstveni odjek, a koji je naišao na široku uporabu u scientometrijskim analizama.

Znanstvene su ustanove često predmetom scientometrijskih istraživanja. Za potrebe znanstvene politike naime provodi se vrednovanje znanstvenoga rada, kojim se želi utvrditi produktivnost i utjecaj znanstvenih ustanova. Na taj se način one natječu za dodjelu financijskih sredstava ili nagrada, odnosno za znanstveni ugled. Primjerice, porast i uspjelost metoda rangiranja sveučilišta u svijetu nisu samo rezultat potrebe za promocijom njihove akademske, istraživačke i poslovne izvrsnosti, nego su i posljedica globalizacije visokoga obrazovanja zbog koje se sveučilištima pruža prilika natjecati se za ekonomska sredstva i ljudski potencijal na međunarodnoj razini.

U Hrvatskoj se vrednovanje znanstvenih organizacija i visokih učilišta provodi u svrhu dodjele dopusnice za obavljanje znanstvene ili znanstveno-nastavne djelatnosti.⁴ Po dobivanju dopusnice visoko se učilište može upisati u Upisnik visokih učilišta, a javni znanstveni instituti i znanstvene organizacije u Upisnik znanstvenih organizacija. Iako je navedeno vrednovanje u prvom redu utemeljeno na ocjeni kompetentnih stručnjaka, uzima u obzir i bibliometrijske, odnosno scientometrijske pokazatelje (primjerice produktivnost znanstvenika zaposlenih u ustanovi, odjek njihovih radova, faktore odjeka časopisa u kojima su radovi objavljeni). Vrednuje se također angažiranost ustanove u međunarodnoj suradnji, potom u suradnji s ostalim znanstvenim ustanovama u zemlji te s gospodarskim sektorom.

Cilj je ovoga rada analizirati i interpretirati stanje znanstvene aktivnosti hrvatskih znanstvenih ustanova na području prirodnih znanosti od 1991. do 2005., s pomoću scientometrijske analize radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti, koji su indeksirani u bazi WoS-SCI Expanded u navedenom razdoblju. Nada-

³ Faktor odjeka (engl. *Impact Factor*, akr. IF) predstavlja mjeru učestalosti kojom je prosječan članak u časopisu citiran u određenoj godini. Statističke podatke o časopisima unutar određene discipline, na temelju kojih se izračunava IF časopisa, sadržava baza podataka Journal Citation Reports (JCR).

⁴ Dopusnica je upravni akt kojim se utvrđuje ispunjava li znanstvena organizacija ili visoko učilište uvjete za početak obavljanja djelatnosti. Postupci vrednovanja regulirani su Pravilnikom o uvjetima za izdavanje dopusnice za obavljanje znanstvene djelatnosti, uvjetima za reakreditaciju znanstvenih organizacija i sadržajem dopusnice (2010), a postupci osiguravanja i unaprjeđenja kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju Zakonom o osiguravanju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju (2009).

lje, žele se upoznati komunikacijski procesi na području prirodnih znanosti u navedenom razdoblju analizom znanstvene suradnje, kako na međunarodnoj razini tako i na razini ustanova iz Hrvatske. Navedenom će se analizom dobiti uvid u obilježja znanstvenoga komuniciranja hrvatskih ustanova iz sustava znanosti i visokoga obrazovanja upisanih u Upisnik znanstvenih organizacija i Upisnik visokih učilišta za razdoblje koje je prethodilo uvođenju postojećega sustava vrednovanja znanstvenoga rada, kao i donošenju strateških dokumenata koji su trebali dati smjernice razvoja znanstvene politike u Hrvatskoj. Također će se dobiti uvid u usklađenost pravnoga okvira vrednovanja znanstvenih ustanova i strategija razvoja znanosti sa stanjem znanstvene aktivnosti na području prirodnih znanosti.

Istraživanje je načinjeno u sklopu znanstvenoga projekta MZOS-a *Izrada modela vrednovanja znanstvenoga rada u RH za sva znanstvena područja*, koji se provodio u razdoblju od 2007. do 2013., a kojem je cilj bio dobiti cjelovitu sliku stanja znanstvene aktivnosti u Hrvatskoj u svim znanstvenim područjima od 1991. do 2005.

Uzorak za istraživanje činilo je 8463 radova s adresama hrvatskih ustanova objavljenih u časopisima indeksiranim u bazi WoS-SCI Expanded od 1991. do 2005., koji su prema WoS/JCR klasifikaciji razvrstani u područje prirodnih znanosti.⁵ Pretraživanje navedene baze provedeno je tijekom prvoga tjedna veljače 2008. U analizu su uzete u obzir sve vrste radova koje pokriva WoS. Znanstvena produktivnost ustanova utvrđena je analizom zastupljenosti njihovih radova u bazi podataka WoS-SCI-Expanded, a znanstveni odjek radova analizom citiranosti u navedenoj bazi podataka. Status časopisa određen je na temelju njegova IF-a u bazi podataka JCR Science Edition za 2005. Poseban je naglasak bio na analizi radova objavljenih u najprestižnijim časopisima (10% najboljih časopisa prema IF-u) te radova izrađenih u okviru međuinstitucijske suradnje. Za ustanove s najvećim brojem objavljenih radova utvrđen je *h*-indeks. U cilju provjere značajnosti razlika i povezanosti koristio se neparametrijski statistički postupak, Spearmanov koeficijent korelacije.

1. Produktivnost znanstvenih ustanova u bazi WoS-SCI-Expanded

Ukupno je 110 hrvatskih ustanova iz sustava znanosti i visokog obrazovanja, upisanih u Upisnik znanstvenih organizacija i Upisnik visokih učilišta, koje vodi MZOS,⁶ objavilo 8436 radova u časopisima iz prirodnih znanosti indeksiranim u bazi WoS-SCI Expanded od 1991. do 2005. Od toga se 16 ustanova (14,5%) primarno bavi područjem prirodnih znanosti. U Zagrebu su to Institut Ruđer Bošković (uk-

⁵ Više o scientometrijskom istraživanju znanstvenih publikacija s područja prirodnih znanosti u navedenom razdoblju u: Jermen 2014.

⁶ Vidi Ustanove iz sustava znanosti, http://pregledi.mzos.hr/Ustanove_Z.aspx, i Ustanove iz sustava visokog obrazovanja, http://pregledi.mzos.hr/Ustanove_VU.aspx (pristupljeno 31. VIII. 2015).

ljučujući i njegovu rovinjsku sastavnicu Centar za istraživanje mora), Prirodoslovno-matematički fakultet, Institut za fiziku, Državni hidrometeorološki zavod, Hrvatski prirodoslovni muzej i Hrvatski geološki institut, u Splitu Institut za oceanografiju i ribarstvo, Prirodoslovno-matematički fakultet, Hrvatski hidrografski institut te Mediteranski institut za istraživanje života, u Osijeku Odjel za biologiju, Odjel za fiziku, Odjel za kemiju i Odjel za matematiku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera, a u Rijeci Odjel za fiziku i Odjel za matematiku Sveučilišta u Rijeci.⁷ Na vrlo malom broju radova, njih 244 ili 2,9%, nalazila se adresa institucija koje su izvan sustava znanosti i visokoga obrazovanja.⁸

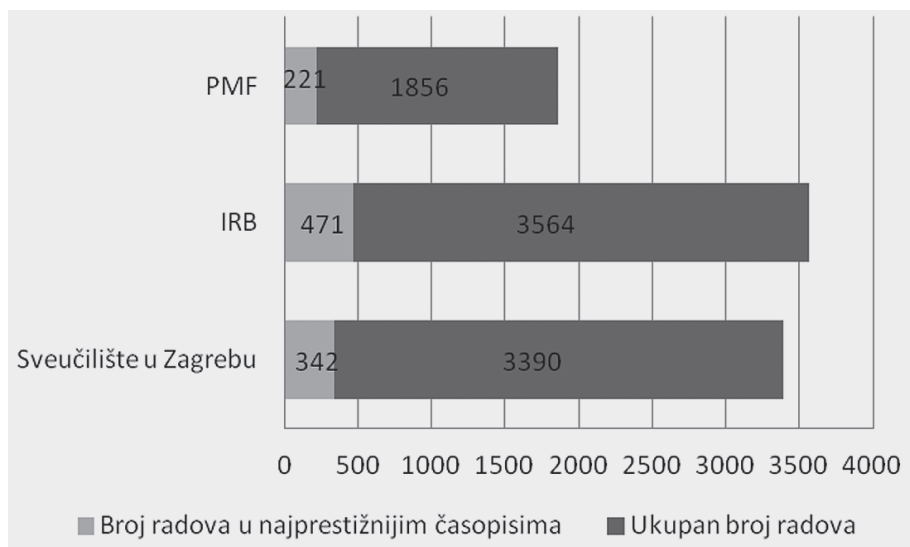
Analizirana je znanstvena produktivnosti 50 najproduktivnijih znanstvenih ustanova, odnosno onih ustanova koje su u promatranom razdoblju u časopisima iz prirodnih znanosti, indeksiranim u bazi podataka WoS-SCI Expanded, objavile 20 i više radova. Uz ukupan broj radova ustanova, utvrdio se i broj radova u najprestižnijim časopisima, odnosno u časopisima koji su pripadali među 10% najboljih prema IF-u za 2005., barem u jednoj predmetnoj kategoriji koju časopisu dodjeljuje JCR. Analizirao se broj samostalnih radova te radova izrađenih u suradnji s drugim ustanovama. Rad na kojem je bila navedena adresa više ustanova ili sastavnica ustanova dodjeljivao se svakoj od njih. Pri računanju ukupnoga broja radova ustanove koja ima više sastavnica takav se rad uzimao u obzir samo jedanput, stoga ukupan broj radova ustanove ne mora odgovarati zbroju radova sastavnica. Poseban je naglasak pri svakoj analizi stavljen na ustanove kojima je glavno područje djelovanja područje prirodnih znanosti.

Sastavnice nekih ustanova (koje se ne nalaze u upisnicima MZOS-a) imaju razmjerno velik broj objavljenih radova, pa su stoga posebno istaknute. Riječ je o Hrvatskom institutu za istraživanje mozga i Školi narodnog zdravlja »Andrija Štampar«, koji su sastavnice Medicinskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te već spomenutom Centru za istraživanje mora u Rovinju, koji je sastavnica Instituta Ruđer Bošković.

⁷ Budući da su i filozofski fakulteti u Hrvatskoj obrazovali studente s područja prirodnih znanosti, pa su se prema tome na tim fakultetima provodila i znanstvena istraživanja u okviru navedenoga područja, u ispitivanom bi se razdoblju u ustanove iz prirodnih znanosti mogli ubrojiti i Filozofski fakultet u Rijeci (do 1998. Pedagoški fakultet) te Filozofski fakultet u Osijeku (do 2004. Pedagoški fakultet). U sklopu Filozofskoga fakulteta u Osijeku do 2005. djelovali su odjeli za biologiju, fiziku, kemiju i matematiku. Budući da su oni danas zasebne sastavnice Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera, izdvajani su radovi na kojima se navodila njihova adresa. Sličan je i slučaj Filozofskoga fakulteta u Rijeci, koji je u promatranom razdoblju obuhvaćao odsjeke za fiziku i matematiku. Odjel za fiziku samostalnom sastavnicom Sveučilišta u Rijeci postao je 2007., a Odjel za matematiku 2008. godine.

⁸ Riječ je uglavnom o privatnim tvrtkama, ministarstvima te ustanovama iz sustava zdravstva.

Najveći broj radova u promatranom uzorku objavili su Institut Ruđer Bošković (IRB) i Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF) u Zagrebu, a od sveučilišta Sveučilište u Zagrebu. Ukupna je produktivnost te produktivnost u najprestižnijim časopisima triju navedenih ustanova prikazana grafikonom na slici 1.



Slika 1. Radovi triju najproduktivnijih ustanova

Produktivnost visokih učilišta

U promatranom razdoblju ukupno je 61 ustanova koja provodi znanstveno-nastavnu djelatnost u Hrvatskoj objavila rad u časopisima iz prirodnih znanosti indeksiranim u bazi WoS-SCI Expanded. Riječ je o ustanovama koje se u upisnicima MZOS-a vode kao znanstvene ustanove i/ili visoka učilišta.

Kao što je prethodno istaknuto, najproduktivnijom se hrvatskom znanstveno-nastavnom ustanovom u promatranom uzorku pokazao PMF u Zagrebu, s adresom kojega je objavljeno 1856 analiziranih radova (slika 1), što čini 22% od ukupnoga broja radova obuhvaćenih ovim istraživanjem. U istraživanjima drugih autora⁹ zagrebački se PMF pokazao najproduktivnijom visokoškolskom ustanovom u Hrvatskoj i kad je riječ o ukupnom korpusu časopisa koje indeksiraju ISI-jevi citatni indeksi.¹⁰

⁹ Klaić 1997; Petrak 1998.

¹⁰ WoS-ove citatne indekse do 1992. održavao je i vodio filadelfijski Institut za znanstvene informacije (Institut for Scientific Information, akr. ISI), pa je za njih prije bio uvriježen naziv ISI-jevi citatni indeksi.

Ostale znanstveno-nastavne ustanove koje su objavile najmanje 20 radova u promatranom uzorku prikazane su grafikonom na slici 2. Nakon PMF-a u Zagrebu, najveću su produktivnost zabilježili Fakultet kemijskoga inženjerstva i tehnologije, adresa kojega se nalazila na 4,1% analiziranih radova, potom Tekstilno-tehnološki fakultet s 3% radova, Medicinski fakultet u Zagrebu s 2,7%¹¹ radova te Farmaceutsko-biokemijski fakultet s 2,6% radova. Navedenim fakultetima područje prirodnih znanosti, koje je predmet ovoga istraživanja, nije primarno područje djelovanja.

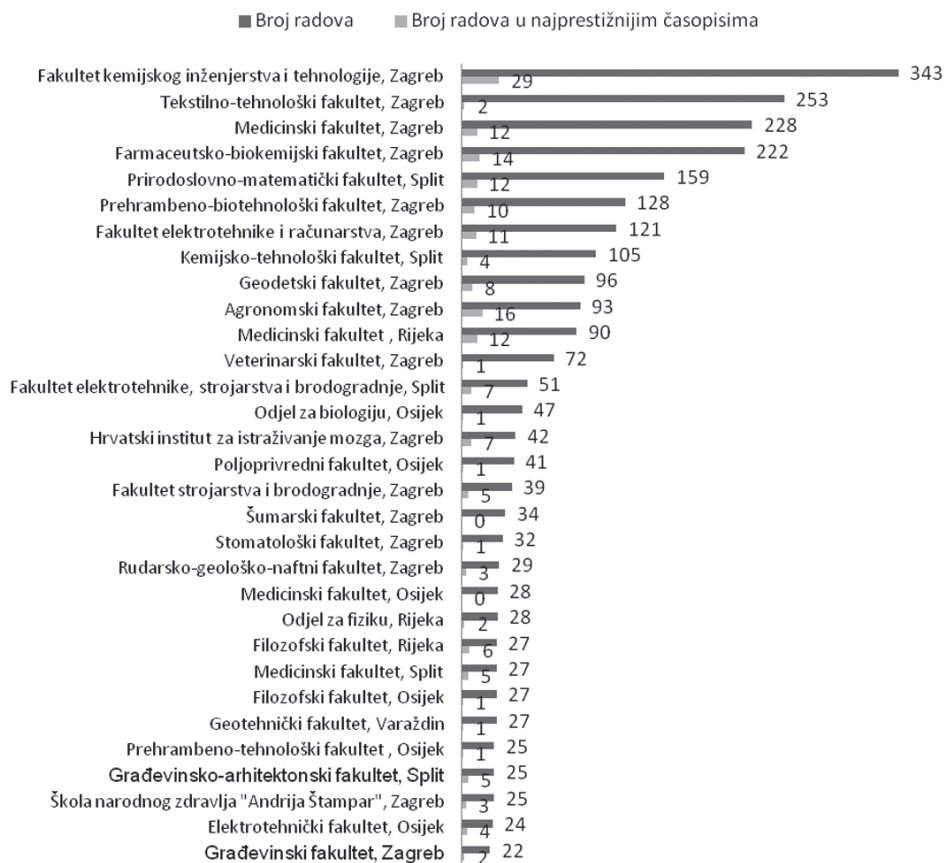
Kad je riječ o znanstveno-nastavnim ustanovama iz prirodnih znanosti, PMF u Splitu zabilježio je 1,9% radova iz promatranoga korpusa.¹² Manje od 1% radova zabilježili su Odjel za biologiju iz Osijeka, Odjel za fiziku iz Rijeke, Filozofski fakultet u Osijeku te Filozofski fakultet u Rijeci. Slabija je produktivnost navedenih ustanova u odnosu na zagrebački PMF očekivana. Naime, pri evaluaciji znanstvene produktivnosti treba voditi računa i o veličini ustanove, tj. o broju u njoj zaposlenih znanstvenika. Primjerice, u akademskoj godini 2005/06. PMF u Zagrebu zapošljavao je 440, a PMF u Splitu 91 nastavnika i suradnika u nastavi.¹³

U najprestižnijim je časopisima PMF u Zagrebu objavio 221 rad (slika 1.), odnosno 11,9% od ukupnoga broja radova ustanove. Među visokim učilištima, prikazanima na slici 2., najveći je udio radova u najprestižnijim časopisima zabilježio Filozofski fakultet u Rijeci (22,2% radova). Prema udjelu radova objavljenih u najprestižnijim časopisima poredak je ostalih ustanova iz prirodnih znanosti sljedeći: PMF u Splitu (7,6% radova), Odjel za fiziku u Rijeci (7,1% radova), Filozofski fakultet u Osijeku (3,7% radova) te Odjel za biologiju u Osijeku (2,1% radova).

¹¹ Kad bi se uzele u obzir sastavnice zagrebačkoga Medicinskoga fakulteta, koje su u grafikonu navedene zasebno (Hrvatski institut za istraživanje mozga i Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar«), taj bi fakultet bio bi zastupljen s 273 rada, tj. 3,2% od ukupnoga broja analiziranih radova, te bi među visokoškolskim ustanovama zauzeo treće mjesto po produktivnosti.

¹² U ispitivanom je razdoblju djelovao pod nazivom Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, a današnji naziv nosi od 2008. godine.

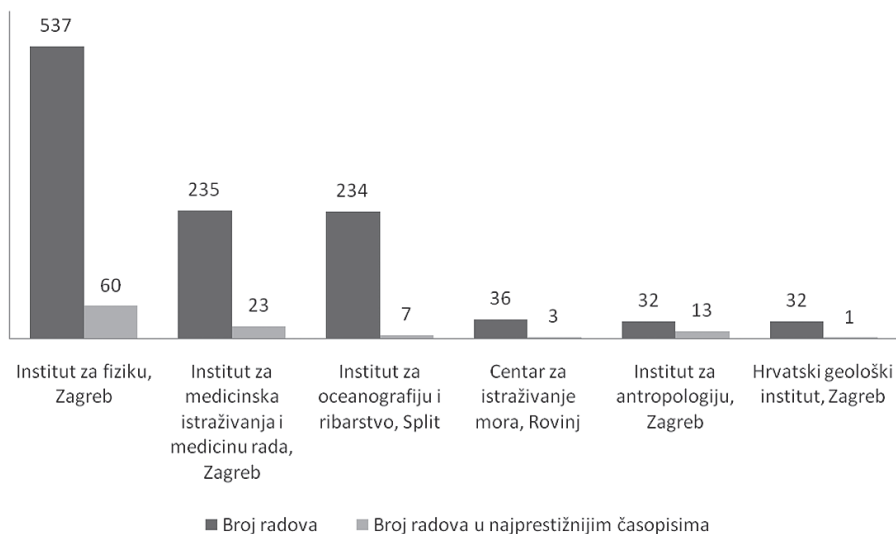
¹³ Vidi Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2006).



Slika 2. Radovi visokih učilišta

Produktivnost javnih znanstvenih instituta

U objavljivanju radova u časopisima iz promatranoga uzorka sudjelovali su hrvatski znanstvenici iz 16 javnih znanstvenih instituta. Najproduktivnijim se javnim znanstvenim institutom pokazao IRB s 3564 objavljena rada (slika 1), odnosno 42,2% od ukupnoga broja radova obuhvaćenih istraživanjem.



Slika 3. Radovi javnih znanstvenih instituta

Ako se uzmu u obzir i radovi Centra za istraživanje mora u Rovinju, cjelokupni je IRB bio zastupljen s 3600 radova (42,7% od ukupnoga broja radova obuhvaćenih istraživanjem). Klaić je pri analizi produktivnosti hrvatskih znanstvenih i znanstveno-nastavnih ustanova u ISI-jevim citatnim indeksima za razdoblje 1990–92. te 1980–95. također utvrdio da je IRB ostvario najveću produktivnost.¹⁴ Grafikonom na slici 3. prikazani su ostali javni znanstveni instituti, koji su objavili najmanje 20 radova u promatranom uzorku. Značajniju je produktivnost zabilježio Institut za fiziku, adresa kojega je navedena na 6,4% radova iz promatranoga korpusa. Kad je o ostalim javnim znanstvenim institutima s područja prirodnih znanosti riječ, adresa Instituta za oceanografiju i ribarstvo bila je zastupljena na 2,8% radova, a Hrvatskoga geološkog instituta na 0,4% radova.¹⁵ IRB je očekivano bio vodeći hrvatski javni znanstveni institut, kad je riječ o broju radova objavljenih u časopisima indeksiranim u WoS-u, s obzirom na broj zaposlenih znanstvenika. Primjerice taj institut danas zapošljava oko 850 djelatnika, od kojih je više od 500 znanstvenika i istraživača. S druge strane, Institut za fiziku ima deseterostruko manji broj zaposlenika; zapošljava 80 djelatnika, od kojih je 57 znanstvenika i istraživača.¹⁶

Najproduktivnijom se znanstvenom ustanovom, kad je riječ o objavljivanju radova u najprestižnijim časopisima iz prirodnih znanosti u promatranom razdoblju,

¹⁴ Klaić 1995; Klaić 1997.

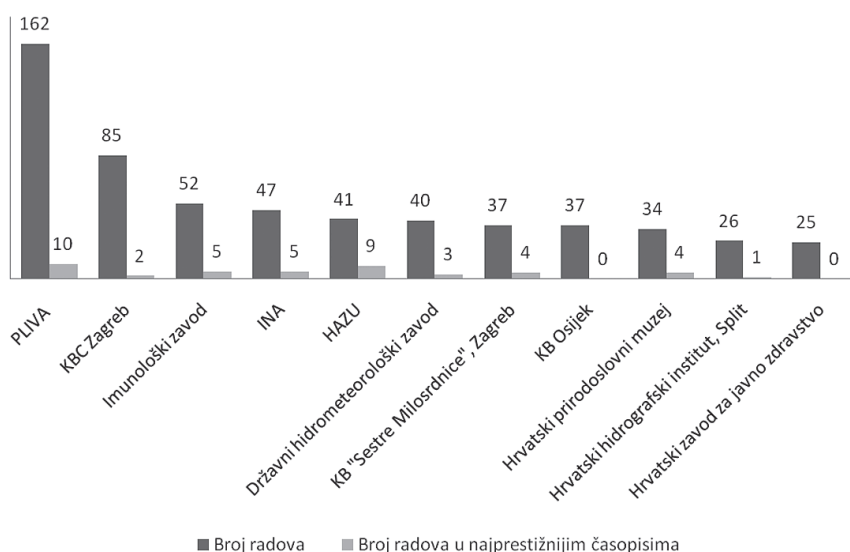
¹⁵ Hrvatski geološki institut do 2005. nosio je naziv Institut za geološka istraživanja.

¹⁶ Prema usmenom priopćenju.

pokazao Institut za antropologiju. Čak je 40,6% radova toga instituta objavljeno u navedenim časopisima. Prema udjelu radova u najprestižnijim časopisima poredak je javnih znanstvenih instituta s područja prirodnih znanosti sljedeći: IRB (13,2% radova), Institut za fiziku (11,2% radova), Centar za istraživanje mora (8,3% radova), Hrvatski geološki institut (3,1% radova) i Institut za oceanografiju i ribarstvo (3% radova).

Produktivnost ostalih znanstvenih ustanova

Ukupno su 33 znanstvene ustanove, koje se u Upisniku znanstvenih organizacija poglavito vode kao ostale znanstvenoistraživačke pravne osobe, ali i državne ustanove, ustanove od posebnoga značaja za Republiku Hrvatsku, bolnice i dr., objavile rad u časopisima iz prirodnih znanosti, indeksiranim u bazi podataka WoS-SCI Expanded u promatranom petnaestogodišnjem razdoblju. Grafikonom na slici 4. prikazane su one ustanove koje su u promatranom uzorku objavile najmanje 20 radova. Adresa Plive našla se na najviše analiziranih radova; riječ je o 1,9% radova iz promatranoga korpusa. Adrese nekih ustanova iz prirodnih znanosti – Državnoga hidrometeorološkoga zavoda, Hrvatskoga prirodoslovnoga muzeja te Hrvatskoga hidrografskoga instituta – našle su se na manje od 1% radova iz promatranoga korpusa. Poredak je triju navedenih ustanova prema udjelu radova u najprestižnijim časopisima sljedeći: Hrvatski prirodoslovni muzej (11,8% radova), Državni hidrometeorološki zavod (7,5% radova) i Hrvatski hidrografski institut (3,8% radova). Najveći je udio radova u najprestižnijim časopisima (22% radova) među ustanovama prikazanim na slici 4. zabilježila Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (HAZU).



Slika 4. Radovi ostalih znanstvenih ustanova

Adrese znanstvenih ustanova iz privatnoga sektora bile su navedene na ukupno 3,5% radova iz cjelokupnoga promatranoga korpusa. Premda im znanstvena djelatnost nije primarno područje djelovanja, može se pretpostaviti da su u analiziranom razdoblju pokazale motiviranost za ulaganje u znanstvena istraživanja s područja prirodnih znanosti, budući da su bile upisane u Upisnik znanstvenih organizacija. Među tim su se znanstvenim ustanovama našle i one iz industrijskoga sektora. Ukupno gledano, adresu institucije iz industrijskoga sektora (u sustavu znanosti ili izvan njega) sadržavalo je samo 2,8% radova iz cjelokupnoga promatranoga korpusa.¹⁷ Klaić je primjerice za razdoblje 1980–95. utvrdio kako je znanstveni doprinos industrijskih instituta (Pliva, INA, Končar) na radovima iz Hrvatske u tri ISI-jeva citatna indeksa iznosio 3,4%, što je zamjetno niže od svjetskoga prosjeka.¹⁸

Produktivnost sveučilišta

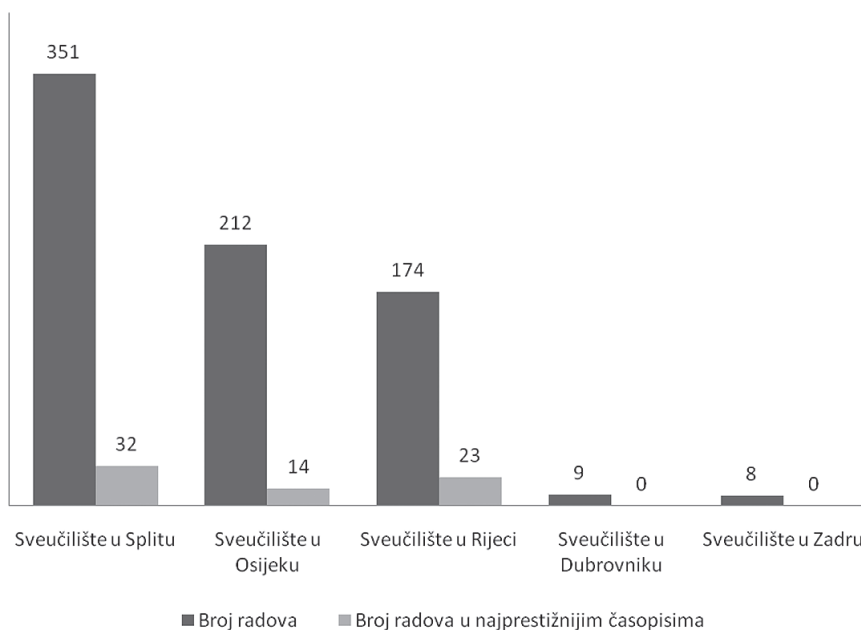
Šest je hrvatskih sveučilišta sudjelovalo u objavljivanju radova u časopisima iz prirodnih znanosti indeksiranim u bazi podataka WoS-SCI-Expanded od 1991. do 2005. Sastavnice Sveučilišta u Zagrebu objavile su 3390 radova ili 40,2% od ukupnoga broja radova obuhvaćenih istraživanjem. U najprestižnijim su časopisima sastavnice toga sveučilišta objavile 342 rada (slika 1.), odnosno 9,1% od ukupnoga broja radova ustanove. Broj radova na kojima je bila navedena adresa neke od sastavnica ostalih pet sveučilišta prikazan je grafikonom na slici 5.

Adresa sastavnica Sveučilišta u Splitu našla se na 4,2% promatranih radova, Sveučilišta u Osijeku na 2,5% radova, a sastavnica Sveučilišta u Rijeci na 2,1% radova. Na manje od 1% radova iz cjelokupnoga korpusa našla se adresa Sveučilišta u Dubrovniku i Sveučilišta u Zadru.¹⁹ Najveći je udio radova u najprestižnijim časopisima zabilježilo Sveučilište u Rijeci (13,2% radova), a potom Sveučilište u Splitu (9,1% radova), kao i već spomenuto Sveučilište u Zagrebu.

¹⁷ Uz Plivu i INA-Industriju nafte, koji su navedeni na slici 4., to su bili Končar-Institut za elektrotehniku, Ericsson Nikola Tesla, Belupo, Podravka, Saponia Osijek, Chromos i Željezara Sisak.

¹⁸ Klaić 1997.

¹⁹ Sveučilište u Dubrovniku osnovano je 2003., a Sveučilište u Zadru 2002. godine.



Slika 5. Radovi hrvatskih sveučilišta

Zamjetno veći broj radova s adresom Sveučilišta u Zagrebu u odnosu na ostala sveučilišta bio je očekivan, budući da ono ima veći broj sastavnica u odnosu na ostala sveučilišta te okuplja glavninu znanstvenoga potencijala Hrvatske.²⁰ Jokić i suradnici ustanovili su da su približno 68% radova s hrvatskim adresama registriranih u bazi WoS-SCI-Expanded od 1996. do 2004. objavili znanstvenici s hrvatskih sveučilišta te da je Sveučilište u Zagrebu bilo nekoliko puta produktivnije od ostalih sveučilišta.²¹ U analiziranom su korpusu radova u časopisima iz prirodnih znanosti Sveučilište u Zagrebu i IRB pokazali podjednaku produktivnost. Podjednaku produktivnost IRB-a i Sveučilišta u Zagrebu ustanovili su Petrak u SCI-ju za razdoblje 1986–1994.²² te Klaić u ISI-jevim citatnim indeksima za razdoblje 1990–92.²³ Klaić pritom ističe da Sveučilište u Zagrebu ima najmanje osam puta više zaposlenika od IRB-a te upozorava na činjenicu da znanstvenici na Sveučilištu utroše dvije trećine svojega radnoga vremena na nastavu, a samo jednu trećinu na istraživanje. Bourke i Butler

²⁰ Primjerice na Sveučilištu u Zagrebu broj nastavnoga osoblja danas iznosi približno 5420, na Sveučilištu u Splitu 1200, na Sveučilištu u Osijeku 1150, a na Sveučilištu u Rijeci 1060 (prema usmenom priopćenju).

²¹ Jokić, Stepanić, Kamenar, Silobričić 2006.

²² Petrak 1998.

²³ Klaić 1995.

ističu da znanstvena produktivnost sveučilišta nije vezana samo za znanstvene članke objavljene u časopisima koje indeksira ISI, nego i za znanstvene članke objavljene u nacionalnim časopisima, za knjige, izvješća, priopćenja s kongresa i dr.²⁴

* * *

Početakom XXI. stoljeća u svijetu je poraslo zanimanje za vrednovanjem i rangiranjem sveučilišta. Najstarije je i najpoznatije Akademsko rangiranje svjetskih sveučilišta (Academic Ranking of World Universities, akr. ARWU), poznato i pod nazivom Šangajsko rangiranje ili Šangajska rang-lista. Prvi je put objavljeno 2003., kad je Institut za visoko obrazovanje Jiao Tong Sveučilišta u Šangaju rangirao svjetska sveučilišta prema njihovoj akademskoj i znanstvenoj aktivnosti na temelju međunarodno usporedivih i lako provjerljivih podataka.²⁵ Rezultati rangiranja otad se objavljuju svake godine, a postala je stvar prestiža pojaviti se na popisu najboljih 500 svjetskih sveučilišta. Od 2011. do 2013. u posljednjoj se skupini (u poretku između 401. i 500. mjesta) na tom popisu našlo i Sveučilište u Zagrebu.

Produktivnošću sveučilišta, javnoga te privatnoga sektora bavila su se mnoga svjetska istraživanja. Uloga sveučilišta doživjela je transformaciju potkraj XIX. stoljeća, kad se te institucije, osim visokim obrazovanjem, postupno počinju sve više baviti i znanstvenim istraživanjem.²⁶ Godin i Gingras zamjećuju da sveučilišta u Kanadi čine središta znanstvenoga sustava, iako je došlo do porasta sudjelovanja ostalih sektora (industrije, bolnica, državnih laboratorija) u proizvodnji znanja. Tako su 1995. radovi s adresom nekoga od kanadskih sveučilišta činili 81,9% svih kanadskih radova u SCI-ju.²⁷ Moed i suradnici ustanovili su da je približno 76% publikacija nizozemskih institucija indeksiranih u SCI-ju od 1980. do 1989. sadržavalo adresu neke od institucije iz sustava visokoga obrazovanja, približno 17% iz ostatka javnoga sektora, a otprilike 6% iz privatnoga sektora.²⁸ Kad je o svjetskoj znanstvenoj publicistici riječ, Leydesdorff je prema podacima iz SCI-ja za 2000. ustanovio da je približno 61% svih svjetskih radova izrađeno na sveučilištima, 22% u državnim ustanovama

²⁴ Bourke, Butler 1998.

²⁵ To se rangiranje temelji na sljedećim kriterijima: kvaliteti obrazovanja (bivši studenti dobitnici Nobelove nagrade ili Fieldsove medalje te visokocitirani istraživači), kvaliteti institucije (osoblje dobitnici Nobelove nagrade ili Fieldsove medalje ili visokocitirani istraživači), istraživačkoj produktivnosti (članci indeksirani u citatnim indeksima SCI-Expanded i SSCI, u časopisu *Nature* ili *Science*) i veličini institucije (akademska izvedba u skladu s veličinom), <http://www.shanghairanking.com/index.html> (pri-
stupljeno 30. IX. 2015).

²⁶ Etzkowitz, Leydesdorff 1995.

²⁷ Godin, Gingras 2000.

²⁸ Moed, De Bruin, van Leeuwen 1995.

i približno 3% u industriji.²⁹ Glänzel i Schlemmer navode kako je model »zapadnih zemalja« obilježen dominacijom istraživanja sveučilišnih institucija te nižim udjelom istraživanja nesveučilišnih istraživačkih institucija, dok je u tipičnom modelu »socijalističkoga znanstvenoga sustava« situacija obrnuta. Zbog utjecaja SSSR-a, znanstvena politika i organizacija istraživanja u bivšim su europskim socijalističkim zemljama do 1990-ih bile obilježene dominacijom državnih institucija, centralističkim planiranjem u organizaciji istraživanja, a suradnja je bila ograničena na zemlje Istočnoga bloka.³⁰ Ortega i Aguillo analizirali su sustave znanstvenoga istraživanja i razvoja u različitim zemljama te ustanovili da postoji skupina zemalja u kojima se znanstvena istraživanja provode uglavnom u javnim istraživačkim centrima (Francuska, Španjolska i bivše socijalističke zemlje) te skupina zemalja u kojima sveučilišta imaju glavnu ulogu u provedbi znanstvenih istraživanja (npr. Velika, Britanija i Švicarska). Distribucija istraživačkih aktivnosti u Njemačkoj i Italiji primjerice ravnomjerno je raspodijeljena između javnih ustanova, sveučilišta i privatnoga sektora.³¹ Prema rezultatima ovoga istraživanja, Hrvatska se u potpunosti ne uklapa u model »socijalističkoga znanstvenoga sustava«, tj. u model bivših socijalističkih zemalja, jer nije uočena dominacija radova državnih, odnosno javnih institucija u odnosu na radove sveučilišnih institucija. Prema Prpić, znanstveni je sustav u Hrvatskoj na početku njezina tranzicijskoga razdoblja donekle pokazivao obilježja znanstvenih sustava bivših socijalističkih zemalja, ali se također u određenom smislu od njih razlikovao. Nije bio utemeljen na sovjetskom modelu organizacije istraživanja i razvoja, pokazivao je slabiji stupanj hipertrofije (zbog zamjetno manjih financijskih ulaganja) i centralizacije te je bio zamjetno otvoreniji komunikaciji na međunarodnoj razini.³²

Međuinstitucijska suradnja

Znanstvena suradnja, posebice na međunarodnoj razini, važan je čimbenik u vrednovanju znanstvenoga statusa neke institucije. U današnjem sustavu vrednovanja znanstvenih ustanova u Hrvatskoj međunarodna se suradnja, odnosno uključenost u međunarodne znanstvene projekte, smatra jednim od pokazatelja kvalitete znanstvene ustanove. Nadalje, posebna se važnost pridaje suradnji ustanove s drugim hrvatskim znanstvenim i znanstveno-nastavnim ustanovama te napose s gospodarskim sektorom.

²⁹ Leydesdorff 2003.

³⁰ Glänzel, Schlemmer 2007.

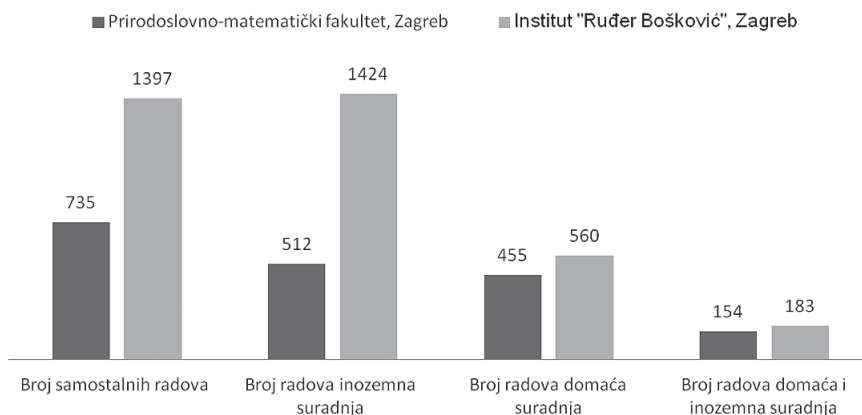
³¹ Ortega, Aguillo 2010.

³² Prpić 2007.

Iz toga se razloga istražilo koliki su udio radova analizirane znanstvene ustanove objavile u međuinstitucijskoj suradnji. Radovima izrađenima u međuinstitucijskoj suradnji podrazumijevali su se oni radovi na kojima je bila navedena adresa više od jedne institucije. Suradnja je mogla biti domaća ili međunarodna, ovisno o tome je li rad objavljen u suautorstvu znanstvenika iz hrvatskih ili inozemnih institucija.

Da je znanstvena suradnja neizbježna u suvremenom znanstvenom komuniciranju, posebice u prirodnim i primijenjenim znanostima, pokazalo se i na primjeru radova iz promatranoga uzorka. Ustanovilo se naime da je čak je 80% analiziranih ustanova više od polovice svojih radova izradilo u okviru u suradnje s drugim institucijama u zemlji i inozemstvu.

Analiza radova dviju najproduktivnijih ustanova, IRB-a i PMF-a u Zagrebu, pokazala je da su navedene ustanove većinu svojih radova objavile u suradnji s drugim ustanovama (slika 6). Kod IRB-a riječ je o 60,8% radova, a kod PMF-a o 60,4% radova. PMF je zabilježio veći udio radova izrađenih u okviru domaće suradnje (24,5% od ukupnoga broja radova ustanove) od IRB-a (15,7% od ukupnoga broja radova). S druge strane, veći udio međunarodnih radova (radovi nastali u inozemnoj suradnji kao i radovi nastali u kombiniranoj domaćoj i inozemnoj suradnji) zabilježio je IRB (45,1% od ukupnoga broja radova) od PMF-a (35,9% od ukupnoga broja radova).



Slika 6. Samostalni radovi i radovi nastali u suradnji za PMF i IRB

Od svih analiziranih ustanova najveći je udio međunarodnih radova ostvario Centar za istraživanje mora u Rovinju (94,4% radova). Valja naglasiti da ta ustanova nije objavila niti jedan samostalan rad. Kad je riječ o ostalim ustanovama iz prirodnih znanosti, s više od polovice međunarodnih radova zastupljen je i Institut za fiziku (63,3% radova). Prema udjelu međunarodnih radova slijede Hrvatski prirodoslovni muzej (41,1% radova) te PMF u Splitu (37,1% radova). Kad je riječ o suradnji s domaćim institucijama, najviše je radova u takvu obliku suradnje objavio Odjel za

biologiju u Osijeku (57,5% radova). Slijede ga Hrvatski hidrografski institut (46,2% radova), Hrvatski geološki institut (37,5% radova) te PMF u Splitu (27,3% radova).

Ustanove iz područja prirodnih znanosti koje su zabilježile veći udio samostalnih radova u odnosu na radove izrađene u suradnji su Odjel za fiziku iz Rijeke (64,3% radova), Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu (62,4% radova), Državni hidrometeorološki zavod (60% radova) te Odjel za biologiju iz Osijeka (55,3% radova).

* * *

Znanstvena suradnja intenzivnije se započela razvijati nakon Drugoga svjetskoga rata, kad se javlja timski rad kao paradigma organizacijske strukture istraživanja. Porast suradnje u provedbi znanstvenih istraživanja fenomen je koji se ne manifestira samo u jačanju različitih oblika suradnje nego i u brisanju tradicionalnih granica između različitih vrsta istraživanja (temeljnoga, primijenjenoga ili razvojnoga), sektora (industrije, države, sveučilišta) i disciplina.³³ Posebice je izražen u zadnjim desetljećima XX. stoljeća, kad se uočava porast suradnje između različitih sektora koji se bave znanstvenim istraživanjima. Etzkowitz i Leydesdorff uporabili su metaforu neoevolucijskoga modela trostruke uzvojnice (engl. *triple helix*) za objašnjenje dinamike odnosa, tj. povezanosti i suradnje između sveučilišta, industrije i države. Taj je model postao ključnom sastavnicom nacionalnih ili multinacionalnih inovacijskih strategija potkraj XX. stoljeća, pa su politički programi pozivali na suradnju i integraciju.³⁴ Vlade različitih država uočile su naime potencijal doprinosa znanosti ekonomskom razvoju te su nastojale potaknuti primijenjena istraživanja i inovacije. Inovacijski proces odražava stanje nacionalne znanstvene politike, a temeljna je pretpostavka koncepta inovacijskoga sustava u tome da je za taj proces potrebna interakcija različitih tipova organizacija.³⁵

Leydesdorff je analizirao dinamiku modela trostruke uzvojnice rabeći ISI-jeve citatne baze podataka te je ustanovio da u različitim dijelovima svijeta postoje različiti uzorci integracije. Utvrdio je primjerice da je 7,3% japanskih radova indeksiranih u SCI-ju 2000. sadržavalo adrese sveučilišta i industrije, dok je za EU taj postotak iznosio samo 2,2%.³⁶ Zaključuje da je industrija u Europi znatno manje integrirana u akademski sustav nego u SAD-u ili u Aziji. Pri analizi švedskoga inovacijskoga sustava, odnosno interakcije između akademskih, državnih i privatnih institucija od 1986. do 1999., Danell i Persson ustanovili su da su aktivnosti na pod-

³³ Chompalov, Genuth, Shrum 2002.

³⁴ Etzkowitz, Leydesdorff 1995.

³⁵ Etzkowitz, Leydesdorff 1995; Godin, Gingras 2000; Danell, Persson 2003.

³⁶ Leydesdorff 2003.

ručju istraživanja i razvoja dominantne u privatnom sektoru, koji obuhvaća 66% nacionalne aktivnosti, dok je akademski sektor zaslužan za približno 29% nacionalne aktivnosti na tom području. Primjerice u Švedskoj je 1999. čak 32% doktora znanosti bilo zaposleno u privatnom sektoru.³⁷ Glänzel i Schlemmer su na temelju radova osam istočnoeuropskih zemalja koje su 2004. ušle u EU, indeksiranih u bazi podataka SCI, ustanovili tri istraživačka sektora u bivšim socijalističkim zemljama: institucije visokoga obrazovanja, nesveučilišne istraživačke institucije i industriju. Uočen je zamjetan stupanj suradnje između tih triju sektora, ali autori napominju kako je i industrijski sektor u tim zemljama bio u državnom vlasništvu.³⁸ Radošević s druge strane ističe kako u bivšim socijalističkim zemljama nedostaju učinkoviti mehanizmi promicanja suradnje između industrije i sveučilišta, pa je stoga inovacijski sustav nedovoljno razvijen.³⁹ Ovim je istraživanjem utvrđeno da je u ukupnom korpusu analiziranih radova, objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti u bazi WoS-SCI--Expanded od 1991. do 2005., radova nastalih u suradnji industrijskoga sektora i sveučilišta bilo samo 0,8%. U Hrvatskoj je međutim prepoznata nužnost razvoja suradnje između znanosti i gospodarstva u provedbi znanstvenih istraživanja, pa su strateški dokumenti koji su trebali dati smjernice razvoja obrazovanja, znanosti i tehnologije, a koji su se donosili od početka XXI. stoljeća, isticali potrebu povećanoga ulaganja gospodarstva u obrazovanje i znanstveno istraživanje te usmjeravanja istraživanja u skladu s potrebama gospodarstva i društvenoga razvoja. Prijenos znanja i tehnologija sa znanstveno-istraživačkih organizacija u gospodarstvo smatra se temeljem njegova suvremenoga razvoja. Razvoj gospodarstva utemeljenoga na znanju i inovacijama (tzv. pametan razvoj) jedan je od osnovnih prioriteta strategije razvoja EU-a do 2020. Među ostalim, potrebno je učvrstiti suradnju između sveučilišta i javnih znanstvenih instituta s poslovnim sektorom, usmjeriti sustav obrazovanja na inovacije, kreativnost i poduzetništvo te povezati europske nacionalne istraživačke i inovacijske sustave.⁴⁰

2. Odjek radova znanstvenih ustanova u bazi WoS-SCI-Expanded

U nastavku rada analiziran je odjek radova koje je u časopisima iz prirodnih znanosti u WoS-u od 1991. do 2005. objavilo 50 najproduktivnijih hrvatskih znanstvenih ustanova, prikazanih u prethodnom poglavlju. Utvrđen je ukupan broj citata, prosječan broj citata po radu i medijan citata ukupnih radova ustanove. Analizirala se prosječna citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima, potom samostalnih radova ustanove i radova nastalih u međuinstitucijskoj suradnji. Budući

³⁷ Danell, Persson 2003.

³⁸ Glänzel, Schlemmer 2007.

³⁹ Radošević 1999.

⁴⁰ Vidi Europa 2020, Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast (2010).

da se rad na kojem je bila navedena adresa više ustanova ili sastavnica ustanova dodjeljivao svakoj od njih, i broj citata dodjeljivao se svakoj ustanovi ili sastavnici ustanove adresa koje je bila navedena na radu. Pri računanju ukupne citiranosti ustanove, broj citata koje je dobio pojedini rad uzimao se u obzir samo jedanput.

Prosječna se citiranost radova pojedinih ustanova uspoređivala s prosječnom citiranošću svih 8456 hrvatskih radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti od 1991. do 2005. Za ukupan korpus analiziranih radova riječ je o 7,8 citata po radu, a za radove objavljene u najprestižnijim časopisima o 15,8 citata po radu.⁴¹

Odjek radova visokih učilišta

Radovi PMF-a u Zagrebu, najproduktivnije hrvatske znanstveno-nastavne ustanove u promatranom uzorku, u ispitivanom su razdoblju zabilježili ukupno 14 101 citat, odnosno u prosjeku 7,6 citata po radu (medijan citata je 3). Riječ je o ispodprosječnoj citiranosti u odnosu na ukupan korpus radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti u promatranom razdoblju.

Kad je riječ o ostala četiri najproduktivnija visoka učilišta, najveći je prosječan broj citata po radu zabilježio Medicinski fakultet u Zagrebu (9,2 citata po radu; medijan citata je 2).⁴² Od svih je analiziranih visokoškolskih ustanova prikazanih na slici 2. najveći prosječan broj citata po radu ostvario Medicinski fakultet u Rijeci (13,4 citata po radu; medijan citata je 2).⁴³

Pokazalo se da je prosječna citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima u pravilu veća od prosječne citiranosti radova ukupnoga promatranoga korpusa radova ustanove. Najveću je prosječnu citiranost radova objavljenih u analiziranim najprestižnijim časopisima iz prirodnih znanosti ostvario Hrvatski institut za istraživanje mozga (44,9 citata po radu).⁴⁴ Kad je riječ o ustanovama s područja prirodnih znanosti, iznadprosječnu citiranost radova objavljenih u najprestižnijim

⁴¹ Jermen 2014.

⁴² Uzevši u obzir radove ostalih analiziranih sastavnica zagrebačkoga Medicinskoga fakulteta (Hrvatskoga instituta za istraživanje mozga i Škole narodnog zdravlja »Andrija Štampar«), prosječna citiranost radova iznosila je 9,5 citata (medijan citata je 2). Fakultet kemijskoga inženjerstva i tehnologije ostvario je 6,2 citata po radu (medijan citata je 3), Tekstilno-tehnološki fakultet 2,6 citata po radu (medijan citata je 1), a Farmaceutsko-biokemijski fakultet 4,4 citata po radu (medijan citata je 3).

⁴³ Kad je riječ o ustanovama iz prirodnih znanosti, prosječna je citiranost njihovih radova bila zamjetno manja od one koju su ostvarili radovi PMF-a u Zagrebu: PMF u Splitu zabilježio je 4,7 citata po radu (medijan citata je 2), Odjel za biologiju u Osijeku 1,7 citata po radu (medijan citata je 1), Odjel za fiziku u Rijeci 3,4 citata po radu (medijan citata je 1,5), Filozofski fakultet u Osijeku 4 citata po radu (medijan citata je 2), Filozofski fakultet u Rijeci 3,6 citata po radu (medijan citata je 3).

⁴⁴ Od pet najproduktivnijih visokih učilišta najveću je prosječnu citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima ostvario Medicinski fakultet u Zagrebu (24,1 citat po radu).

časopisima ostvarili su Filozofski fakultet u Osijeku (20 citata po radu), PMF u Zagrebu (17,7 citata po radu) i Odjel za biologiju u Osijeku (16 citata po radu).

Odjek radova javnih znanstvenih instituta

Radovi IRB-a, najproduktivnijega javnoga znanstvenoga instituta u promatranom uzorku, dobili su ukupno 32 053 citata, odnosno prosječno 9 citata po radu (medijan citata je 4), što je iznadprosječna citiranost u odnosu na ukupan korpus analiziranih radova iz prirodnih znanosti. Najveću je prosječnu citiranost radova među javnim znanstvenim institutima prikazanima na slici 3. ostvarila sastavnica IRB-a, Centar za istraživanje mora u Rovinju (22,6 citata po radu; medijan citata je 18).⁴⁵ Iznadprosječnu su citiranost zabilježili i radovi Instituta za fiziku (9,7 citata po radu; medijan citata je 6).⁴⁶

Kad je riječ o odjeku radova javnih znanstvenih instituta u najprestižnijim časopisima, najveću je prosječnu citiranost tih radova ostvario Centar za istraživanje mora u Rovinju (32 citata po radu). Slijedi ga Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu (23,4 citata po radu). Iznadprosječnu su citiranost u najprestižnijim časopisima ostvarili i radovi Instituta za fiziku (17,3 citata po radu), IRB-a (16,6 citata po radu) i Hrvatskoga geološkoga instituta (16 citata po radu). Kao što je to bio slučaj s visokim učilištima, i kod javnih znanstvenih instituta prosječna je citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima u pravilu bila veća od prosječne citiranosti radova ukupnoga promatranog korpusa radova ustanove.

Odjek radova ostalih znanstvenih ustanova

Najveći prosječan broj citata po radu među ostalim znanstvenim ustanovama prikazanima na slici 4. ostvarila je ustanova iz prirodnih znanosti. Riječ je o Hrvatskom hidrografskom institutu, radovi kojega su u prosjeku zabilježili 8,1 citat po radu (medijan citata je 6).⁴⁷ Radovi Plive, najproduktivnije znanstvene ustanove u prikazanoj kategoriji, zabilježili su ispodprosječnu citiranost – u prosjeku 4,7 citata po radu (medijan citata je 2).

⁴⁵ Radovi cjelokupnoga IRB-a, uključujući Centar za istraživanje mora u Rovinju, ostvarili su u prosjeku 9,1 citat po radu.

⁴⁶ Ostali javni znanstveni instituti iz prirodnih znanosti ostvarili su ispodprosječnu citiranost radova. To su Institut za oceanografiju i ribarstvo s 5 citata po radu (medijan citata je 2) te Hrvatski geološki institut s 4,1 citatom po radu (medijan citata je 2,5).

⁴⁷ Radovi ostalih dviju ustanova iz prirodnih znanosti ostvarili su ispodprosječnu citiranost. To su radovi Državnoga hidrometeorološkoga zavoda s 5,4 citata po radu (medijan citata je 3) te Hrvatskoga prirodoslovnoga muzeja s 3,2 citata po radu (medijan citata je 1).

I u slučaju ostalih znanstvenih ustanova prosječna citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima u pravilu je bila veća od prosječne citiranosti radova ukupnoga promatranoga korpusa radova ustanove. Najveću je prosječnu citiranost radova objavljenih u najprestižnijim časopisima ostvario Klinički bolnički centar u Zagrebu (47,5 citata po radu). Od ustanova iz prirodnih znanosti najveći je prosječan broj citata po radu objavljenom u nekom od najprestižnijih časopisa ostvario Državni hidrometeorološki zavod (10 citata po radu).

Odjek radova sveučilišta

Radovi na kojima je bila navedena adresa neke od sastavnica Sveučilišta u Zagrebu u ispitivanom su razdoblju zabilježili 23 192 citata, odnosno u prosjeku je 6,8 citata po radu (medijan citata je 3), što je niže od prosjeka citiranosti svih analiziranih radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti u promatranom razdoblju. Od svih sveučilišta prikazanih na slici 5., najveći su prosječan broj citata po radu te iznadprosječnu citiranost ostvarili radovi Sveučilišta u Rijeci (8,6 citata po radu; medijan citata je 2).⁴⁸

Kod svih sveučilišta koja su objavila radove u najprestižnijim časopisima prosječna je citiranost takvih radova bila veća od prosječne citiranosti ukupnoga korpusa radova. Iznadprosječnu citiranost radova u najprestižnijim časopisima ostvarilo je jedino Sveučilište u Zagrebu (16,8 citata po radu).⁴⁹

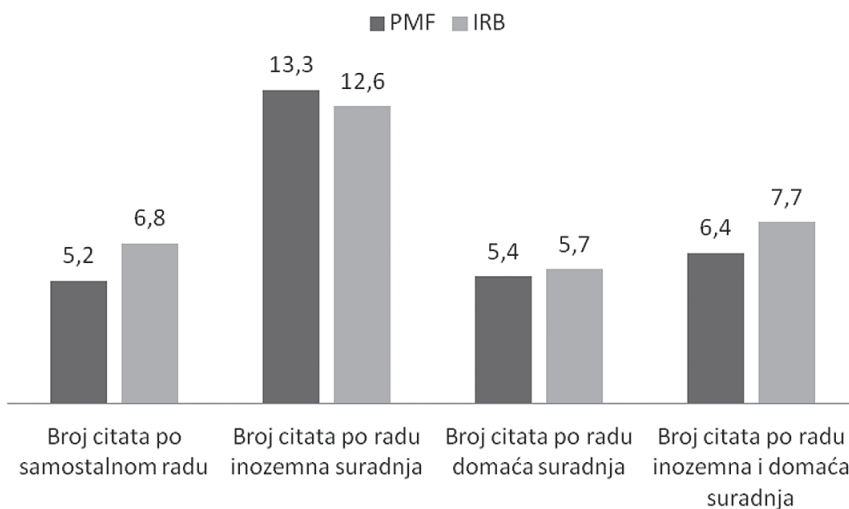
Odjek radova nastalih u okviru međuinstitucijske suradnje

Slika 7. prikazuje odjek samostalnih radova te radova izrađenih u međuinstitucijskoj suradnji dviju najproduktivnijih ustanova iz promatranoga uzorka, IRB-a i PMF-a u Zagrebu.

Primjećuje se da su najveću prosječnu citiranost kod obje ustanove ostvarili radovi izrađeni u suradnji isključivo s inozemnim institucijama. Najmanju su prosječnu citiranost kod PMF-a ostvarili samostalni radovi ustanove, a kod IRB-a radovi nastali u suradnji s domaćim institucijama. Međunarodni radovi (radovi nastali u inozemnoj suradnji kao i radovi nastali u kombiniranoj domaćoj i inozemnoj suradnji) PMF-a zabilježili su 13,2 citata po radu, a IRB-a 12 citata po radu.

⁴⁸ Radovi Sveučilišta u Splitu dobili su u prosjeku 5 citata po radu (medijan citata je 3), Sveučilišta u Osijeku 3,6 citata po radu (medijan citata je 1), Sveučilišta u Dubrovniku 2,2 citata po radu (medijan citata je 1), a Sveučilišta u Zadru 0,3 citata po radu (medijan citata je 0).

⁴⁹ Slijedi ga Sveučilište u Rijeci, radovi kojega su ostvarili ispodprosječnu citiranost (14,2 citata po radu).



Slika 7. Odjek samostalnih radova i radova nastalih u suradnji za PMF i IRB

Uzimajući u obzir pokazatelje citiranosti za četiri različite kategorije radova navedene na slici 7., utvrdilo se da je prosječna citiranost radova nastalih u suradnji isključivo s inozemnim institucijama kod većine znanstvenih ustanova analiziranih u ovom istraživanju dala najvišu procjenu, odnosno da je taj skup radova dobio najviše citata. Od ustanova kojima je primarno područje djelovanja područje prirodnih znanosti, to nije bio slučaj s Hrvatskim geološkim institutom, kod kojega su veći odjek zabilježili radovi nastali u suradnji s domaćim institucijama te radovi izrađeni u kombiniranoj suradnji s domaćim i inozemnim institucijama, te potom s Odjelom za fiziku iz Rijeke, kod kojega su veći odjek zabilježili samostalni radovi. Najveći su odjek međunarodnih radova ostvarili Centar za istraživanje mora u Rovinju (23,9 citata po radu), Hrvatski hidrografski institut (18,3 citata po radu) te Državni hidrometeorološki zavod (13,8 citata po radu). S obzirom na potencijalnu vrijednost radova nastalih u sklopu domaće suradnje valja naglasiti da se njihov odjek pokazao otprilike podjednakim odjeku samostalnih radova za većinu ustanova, a za neke se ustanove, kao što je to bio slučaj i s IRB-om, pokazao i manjim (riječ je o Institutu za fiziku, Institutu za oceanografiju i ribarstvo, Državnom hidrometeorološkom zavodu, Hrvatskom prirodoslovnom muzeju i Odjelu za fiziku iz Rijeke).

Istraživanja pokazuju da radovi izrađeni u suradnji u pravilu bilježe veći citatni odjek.⁵⁰ Općenito, porast broja autora, broja zemalja ili broja institucija uključenih u izradu radova izaziva porast broja citata koje ti radovi dobivaju.⁵¹ Moed i suradnici

⁵⁰ Moed 2000; van Raan 2001.

⁵¹ Goldfinch i sur. 2003.

ustanovili su da su najveću prosječnu citiranost zabilježili oni radovi koje su kemičari s nizozemskih sveučilišta objavili u ISI-jevim citatnim indeksima od 1980. do 1990. u okviru međunarodne suradnje. Slijedili su potom radovi nastali u suradnji nizozemskih institucija i naposljetku radovi koji nisu izrađeni u suradnji.⁵² Analizirajući odjek radova indeksiranih u WoS-u od 1981. do 2005., nastalih u međunarodnoj suradnji i suradnji s domaćim institucijama te radova koji nisu nastali u suradnji, van Leeuwen je ustanovio da su najveći odjek zabilježili radovi nastali u međunarodnoj suradnji, a najmanji odjek radovi koji nisu nastali u suradnji.⁵³ Rezultati ovoga istraživanja pokazali su međutim da međuinstitucijska suradnja nije nužno utjecala na veći odjek radova, budući da radovi izrađeni u suradnji hrvatskih institucija nisu postigli očekivanu veću citiranost od samostalnih radova analiziranih ustanova. To se primjerice pokazalo i u istraživanju van Raana i van Leeuwena, koji su pri analizi citiranosti samostalnih radova i radova izrađenih u domaćoj te međunarodnoj suradnji nizozemskoga Prehrambenoga istraživačkoga instituta ustanovili da su najveći odjek zabilježili međunarodni radovi, potom samostalni radovi instituta, a radovi nastali u suradnji s drugim nizozemskim institucijama zabilježili su najmanji odjek.⁵⁴

3. *H*-indeksi znanstvenih ustanova

H-indeks pokazatelj je koji je u bibliometrijske i scientometrijske analize 2005. uveo Jorge Eduardo Hirsch, a koji omogućuje mjerenje širega odjeka rada pojedinoga znanstvenika.⁵⁵ Dobiva se kombinacijom dvaju temeljnih bibliometrijskih pokazatelja koji se uobičajeno uzimaju u obzir pri procjeni znanstvene aktivnosti, a to su broj radova i broj citata koji su ti radovi zabilježili. Predstavlja jednu brojčanu vrijednost, definiranu brojem radova koji su dobili najmanje toliko citata koliko iznosi taj broj.⁵⁶ Primjerice znanstvenik ima *h*-indeks 10 ako je objavio 10 ili više radova, od kojih je svaki dobio najmanje 10 citata.

Kad je riječ o uporabi *h*-indeksa za procjenu znanstvene aktivnosti institucija, Prathap predlaže izračun institucijskoga *h*-indeksa na dva načina.⁵⁷ Indeks prvoga reda (h_1) uzima u obzir broj radova institucije s određenim brojem citata, a indeks drugoga reda (h_2) računa se s pomoću *h*-indeksa znanstvenika zaposlenih u instituciji. *H*-indeksi znanstvenih ustanova u ovom su se istraživanju utvrdili izračunom

⁵² Moed i sur. 1995.

⁵³ van Leeuwen 2009.

⁵⁴ van Raan, van Leeuwen 2002.

⁵⁵ Hirsch 2005.

⁵⁶ Znanstvenik ima određeni *h*-indeks ako je *h* od njegovih *N_p* radova dobio najmanje *h* citata, dok ostalih *N_p-h* radova ima $\leq h$ citata.

⁵⁷ Prathap 2006.

h_1 -indeksa. Ustanova je tako imala h -indeks h_1 ako je svaki od objavljenih h_1 radova dobio najmanje h_1 citata.

Postoje upozorenja da se h -indeks ne bi smio upotrebljavati za rangiranje institucija različitih veličina, jer velike institucije obično produciraju veći broj radova, pa u pravilu imaju veći h -indeks od manjih institucija.⁵⁸ Pokazalo se to i u ovom istraživanju, budući da su tri ustanove s najvećim brojem radova u promatranom uzorku (PMF, IRB i Sveučilište u Zagrebu) ostvarile zamjetno veći h -indeks od ostalih ustanova (tablica 1.). Kako bi se uklonile razlike u veličini ustanove primijenilo se indikator *indeks utjecaja* (h_m), koji su uveli Molinari i Molinari,⁵⁹ a koji se računa prema jednadžbi:

$$h_m = h/N^{0.4}$$

$$h = h\text{-indeks ustanove}^{60}$$

N = ukupan broj radova ustanove

Navedena se jednadžba primjenjuje na institucije kojima je $N > 200$, a testiran je za $N < 10^5$. Indeks utjecaja u ovom se radu stoga računao za znanstvene ustanove koje su u časopisima iz prirodnih znanosti u bazi WoS-SCI-Expanded u promatranom petnaestogodišnjem razdoblju objavile više od 200 radova, a koje su prikazane u tablici 1.

Može se primijetiti da se korekcijom h -indeksa dobiva drugačiji uvid u znanstvenu aktivnost promatranih ustanova. Najveći indeks utjecaja ostvario je Institut za fiziku i potom Medicinski fakultet u Zagrebu. Slijede dvije ustanove koje su se pokazale najproduktivnijima u ovom radu, IRB i PMF u Zagrebu.

Sveučilište u Zagrebu zabilježilo je najveći korigirani h -indeks među prikazanim hrvatskim sveučilištima. Molinari i Molinari primjerice donose popis 20 najboljih svjetskih sveučilišta rangiranih prema korigiranim h -indeksima izračunatima na temelju radova objavljenih od 1994. do 2003. u časopisima iz prirodnih znanosti (fizike, matematike, kemije) i tehničkih znanosti indeksiranim u WoS-u. Na prvom se mjestu našlo Harvardovo sveučilište (h -indeks 4,94), a na dvadesetom mjestu Sveučilište La Sapienza u Rimu (h -indeks 2,80).⁶¹ Isti autori upozoravaju da se i pri korekciji h -indeksa s obzirom na veličinu institucije treba voditi računa o tome da se ne uspoređuju institucije ili skupine koje se bave različitim područjima znanosti.⁶²

⁵⁸ Molinari J.-F., Molinari A. 2008.

⁵⁹ Molinari A., Molinari J.-F. 2008.

⁶⁰ Riječ je o h_1 -indeksu, izračunatom prema Prathapovoj metodologiji.

⁶¹ Molinari J.-F., Molinari A. 2008.

⁶² Molinari A., Molinari J.-F. 2008.

Tablica 1. *H*-indeksi najproduktivnijih znanstvenih ustanova

USTANOVA	Broj radova	Broj citata	<i>h</i> -indeks	$h_m = h/N^{0,4}$
Visoka učilišta				
Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb	1856	14 101	44	2,17
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb	343	2132	20	1,94
Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb	253	658	10	1,09
Medicinski fakultet, Zagreb	228	2099	21	2,39
Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb	222	969	14	1,61
Javni znanstveni instituti				
Institut Ruđer Bošković, Zagreb	3564	32 053	59	2,24
Institut za fiziku, Zagreb	537	5211	30	2,43
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb	235	1476	18	2,03
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split	234	1177	15	1,69
Sveučilišta				
Sveučilište u Zagrebu	3390	23 192	49	1,9
Sveučilište u Splitu	351	1738	18	1,73
Sveučilište u Osijeku	212	769	13	1,53

Pires da Luz i suradnici ustanovili su da postoji povezanost institucijskoga *h*-indeksa i većine ostalih bibliometrijskih indikatora.⁶³ Korelacijska analiza načinjena u ovom istraživanju pokazala je da je institucijski *h*-indeks, od svih promatranih parametara, u najvišoj korelaciji s brojem citiranih radova (Spearmanov koeficijent korelacije, $\rho=0,973$, $p<0,01$, $N=142$) te s parametrima kojima je i matematički određen, a to su ukupan broj dobivenih citata ($\rho=0,971$, $p<0,01$, $N=142$) i ukupan broj radova ($\rho=0,932$, $p<0,01$, $N=142$). Zanimljivo je da su najniže korelacije *h*-indeksa zabilježene s mjerama prosječne citiranosti, posebice s medijanom citata, gdje je dobivena pove-

⁶³ Pires da Luz i sur. 2008.

zanost tek umjerene veličine, što se za ovu vrstu podataka smatra razmjerno niskim (tablica 2.) Primjenom pojedinih pokazatelja znanstvenoga odjeka može se stoga dobiti različit poredak ustanova, o čem bi trebalo voditi računa pri usporedbi njihove znanstvene aktivnosti.

Tablica 2. Korelacijska matrica institucijskoga *h*-indeksa i drugih bibliometrijskih indikatora

	Prosječan broj citata po radu	Medijan citata	Ukupan broj citata	Broj citiranih radova	Broj radova u najprestižnijim časopisima	Ukupan broj radova
<i>h</i> -indeks	,617**	,450**	,971**	,973**	,812**	,932**
Prosječan broj citata po radu		,828**	,705**	,541**	,505**	,407**
Medijan citata			,497**	,390**	,354**	,200*
Ukupan broj citata				,961**	,822**	,911**
Broj citiranih radova					,804**	,959**
Broj radova u najprestižnijim časopisima						,779**

** $p < 0,01$

* $p < 0,05$

Zaključak

U ovom je radu analizirana aktivnost hrvatskih znanstvenih ustanova s pomoću scientometrijske analize radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti, koji su indeksirani u bazi WoS-SCI-Expanded od 1991. do 2005. Na taj su se način utvrdila obilježja znanstvenoga komuniciranja ustanova iz sustava znanosti i visokoga obrazovanja prije uvođenja postojećega sustava vrednovanja znanstvenih ustanova, koji uz prosudbu kompetentnih stručnjaka uzima u obzir bibliometrijske i scientometrijske pokazatelje iz citatnih baza podataka. Riječ je o pokazateljima produktivnosti i odjeka, odnosno o pokazateljima koji se odnose na vrstu i broj publikacija te na njihovu citiranost, ali i o pokazateljima kvalitete časopisa u kojima se radovi objavljuju.

Ustanovilo se da su najveću produktivnost u bazi WoS-SCI-Expanded u promatranom razdoblju očekivano zabilježile najveće hrvatske ustanove s područja prirodnih znanosti, Institut Ruđer Bošković i Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, te najveće hrvatsko sveučilište, Sveučilište u Zagrebu. Udio radova koje su analizirane ustanove objavile u najprestižnijim časopisima razlikovao se, a u spomenute je tri najproduktivnije ustanove on iznosio približno 10%, što je u okviru definicije najprestižnijih časopisa u ovom istraživanju očekivano. U većini je promatranih ustanova prosječna citiranost radova u najprestižnijim časopisima bila veća od pro-

sječne citiranosti ukupnoga promatranoga korpusa radova ustanove. Objavljivanje rada u prestižnim međunarodnim časopisima naime pruža mogućnost prepoznatljivosti u relevantnoj svjetskoj znanstvenoj zajednici. Iz tog se razloga stimuliranje objavljivanja u časopisima s visokim IF-om u sustavu vrednovanja znanstvenoga rada u načelu može smatrati pozitivnim, iako to nužno ne znači da će rad naići na odjek u znanstvenoj zajednici, tj. da će biti citiran.⁶⁴

Valja naglasiti da promatrani uzorak radova objavljenih u časopisima iz prirodnih znanosti obuhvaća 42,3% svih hrvatskih radova koje je pokrивao WoS u analiziranom razdoblju te da je najveća produktivnost hrvatskih znanstvenih ustanova u tom razdoblju zabilježena upravo na području prirodnih znanosti.⁶⁵ Navedeno upućuje na zaključak kako su znanstvenici s područja prirodnih znanosti i prije uvođenja aktualnoga sustava vrednovanja znanstvenih ustanova nastojali slijediti globalne trendove u publiciranju, pa su se iz toga razloga pokazali najaktivnijima u Hrvatskoj, kad je riječ o objavljivanju radova u časopisima koje indeksira WoS. Budući da je u promatranom razdoblju uočen porast znanstvene aktivnosti tijekom godina,⁶⁶ za očekivati je da će se i nakon 2005. nastaviti trend razvoja prirodnih znanosti, a time i porast produktivnosti znanstvenih ustanova na tom području.

Razdoblje analizirano ovim istraživanjem u velikoj je mjeri prethodilo i donošenju strateških dokumenata koji su trebali dati smjernice razvoja znanstvene politike u Hrvatskoj, a koji su se donosili od početka XXI. stoljeća. U njima se, među ostalim, ističe potreba jačanja međunarodne suradnje, potom suradnje između znanosti i gospodarstva, ali i važnost prirodnih i tehničkih znanosti za ubrzani gospodarski razvoj Hrvatske. Iz tog su razloga međunarodna i međuinstitucijska suradnja, kao i suradnja s gospodarskim sektorom, uključeni u sustav vrednovanja znanstvenih ustanova.

Pokazalo se da je znanstvena suradnja na području prirodnih znanosti u Hrvatskoj bila razvijena i prije donošenja navedenih strateških dokumenata, odnosno pravnoga okvira vrednovanja znanstvenih ustanova. Naime 80% ustanova analiziranih ovim istraživanjem izradilo je više od polovice svojih radova u okviru međuinstitucijske suradnje. Osobito je važna znanstvena komunikacija na međunarodnoj razini, budući da se utvrdilo kako je objavljivanje radova u suradnji s institucijama iz inozemstva pridonijelo njihovoj većoj citiranosti. S druge strane, radovi nastali u suradnji hrvatskih ustanova u većini slučajeva nisu ostvarili veći odjek od samostalnih radova. U cilju postizanja uspješnijega znanstvenoga istraživanja hrvatske bi se znanstvene ustanove stoga trebale okrenuti suradnji s inozemnim institucijama,

⁶⁴ Jermen 2014.

⁶⁵ Jokić i sur. 2010.

⁶⁶ Jermen 2014.

pa je pozitivno što se međunarodna suradnja potiče sustavom vrednovanja znanstvenoga rada te strateškim dokumentima razvoja znanosti. Nadalje, međunarodno suautorstvo povećava mogućnost objavljivanja radova u prestižnim međunarodnim časopisima.⁶⁷

Uključenost gospodarskoga sektora u znanstvena istraživanja u promatranom se razdoblju nije pokazala osobito razvijenom. Utvrđeno je naime da je manje od 3% radova izrađeno u okviru industrijskoga sektora. Pokazalo se nadalje da je u promatranom razdoblju u Hrvatskoj postojala slaba suradnja između znanstvenoga i gospodarskoga sektora. Naime radova nastalih u suradnji industrije i sveučilišta bilo je manje od 1%. S obzirom na to da se u sustavu vrednovanja znanstvenih ustanova ocjenjuje suradnja ustanove s gospodarskim sektorom, za očekivati je da će se u području prirodnih znanosti takav oblik međuinstitucijske suradnje nadalje povećati.

Ovo bi istraživanje moglo poslužiti kao polazišna točka daljnjim scientometrijskim istraživanjima, koja bi omogućila praćenje uočenih stanja i trendova aktivnosti hrvatskih znanstvenih ustanova. Naime nužnost uvođenja sustavnih longitudinalnih scientometrijskih istraživanja nameću današnji sustavi evaluacije, kojima se aktivnost pojedinih ustanova postavlja u nacionalni i međunarodni znanstveni kontekst. Takva su istraživanja koristan i objektivan instrumentarij u vrednovanju znanstvenoga rada, s pomoću kojega načini donošenja odluka u sklopu znanstvene politike bivaju znanstveno potkrijepljenima i opravdanima. Također je potrebno imati relevantne i što potpunije podatke o stanju u znanosti kako bi se postavili temelji za definiranje ciljeva njezina strateškoga razvoja. Planiranje nacionalne znanstvene politike s pomoću rezultata scientometrijskih istraživanja pridonijelo bi stoga poboljšanju znanstvenoga statusa Hrvatske.

LITERATURA

- Bourke**, Paul, **Butler**, Linda: Institutions and the map of science: matching university departments and fields of research. *Research Policy* 26(1998) 6, str. 711–718.
- Chompalov**, Ivan, **Genuth**, Joel, **Shrum**, Wesley: The organization of scientific collaboration. *Research Policy* 31(2002) 5, str. 749–767.
- Danell**, Rickard, **Persson**, Olle: Regional R&D activities and interactions in the Swedish Triple Helix. *Scientometrics* 58(2003) 2, str. 205–218.
- Etzkowitz**, Henry, **Leydesdorff**, Loet: The Triple Helix – University-Industry-Government Relations: A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review* 14(1995) 1, str. 14–19.
- Europa 2020. Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast. Europska komisija, 2010.

⁶⁷ Ibid.

- Glänzel**, Wolfgang, **Schlemmer**, Balázs: National research profiles in a changing Europe (1983–2003). An exploratory study of sectoral characteristics in the Triple Helix. *Scientometrics* 70(2007) 2, str. 267–275.
- Godin**, Benoit, **Gingras**, Yves: The place of universities in the system of knowledge production. *Research Policy* 29(2000) 2, str. 273–278.
- Goldfinch**, Shaun, **Dale**, Tony, **DeRouen**, Karl Jr.: Science from periphery: collaboration, networks and »periphery effects« in the citation of New Zealand Crown Research Institute articles, 1995–2000. *Scientometrics* 57(2003) 3, str. 321–337.
- Hirsch**, Jorge Eduardo: An index to quantify an individuals's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 102(2005) 46, str. 15 569–16 572.
- Jermen**, Nataša: Scientometrijski aspekt vrednovanja znanstvenoga rada na području prirodnih znanosti za razdoblje 1991–2005. *Studia lexicographica* 8(2014) 1, str. 45–75.
- Jokić**, Maja, **Stepanić**, Josip, **Kamenar**, Boris, **Silobrčić** Vlatko: Research output of the Croatian universities from 1996 to 2004, registered by the Science Citation Index-Expanded. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 4(2006) 1, str. 44–50.
- Jokić**, Maja, **Zauder**, Krešimir, **Letina**, Srebrenka: Croatian scholarly productivity 1995–2005 measured by journals indexed in Web of Science. *Scientometrics* 83(2010) 2, str. 375–395.
- Klaić**, Branimir: Analysis of the scientific productivity of researchers from the Republic of Croatia for the period 1990–1992. *Scientometrics* 32(1995) 2, str. 43–62.
- Klaić**, Branimir: Analysis of Scientific Productivity in Croatia According to the Science Citation Index, Social Science Citation Index and Arts and Humanities Citation Index for the 1980–1995 Period. *Croatian Medical Journal* 38(1997) 2, str. 88–98.
- Leydesdorff**, Loet: The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics. *Scientometrics* 58(2003) 2, str. 445–467.
- Moed**, Henk F.: Bibliometric indicators reflect publication and management strategies. *Scientometrics* 47(2000) 2, str. 323–346.
- Moed**, Henk F., **De Bruin**, R. E., **van Leeuwen**, Thed N.: New bibliometric tools for the assessment of national research performance: Database description, overview of indicators and first applications. *Scientometrics* 33(1995) 3, str. 381–422.
- Molinari**, Alain, **Molinari**, Jean-Francois: Mathematical aspects of a new criterion for ranking scientific institutions based on the h-index. *Scientometrics* 75 (2008) 2, str. 339–356.
- Molinari**, Jean-Francois, **Molinari**, Alain: A new methodology for ranking scientific institutions. *Scientometrics* 75(2008) 1, str. 163–174.
- Ortega**, José Luis, **Aguillo**, Isidro F: Describing national science and technology systems through a multivariate approach: country participation of the 6th Framework Programmes. *Scientometrics* 84(2010) 2, str. 321–330.
- Petrak**, Jelka: *Vrednovanje znanstvenih postignuća Sveučilišta u Zagrebu (1986.–1994.) temeljem Science Citation Indexa: jesu li takve analize dijelom knjižnični diskurs?*, doktorska disertacija. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1998.
- Pires da Luz**, Mariana, **Marques-Portella**, Carla, **Mendlowicz**, Mauro, **Gleiser**, Sonia, **Silva Freire Coutinho**, Evandro, **Figueira**, Ivan: Institutional h-index: The performance of a new metric in the evaluation of Brazilian Psychiatric Post-graduation Programs. *Scientometrics* 77(2008) 2, str. 361–368.
- Prathap**, Gangan: Hirsch-type indices for ranking institutions' scientific research output. *Current Science* 91(2006) 11, str. 10.
- Pravilnik o uvjetima za izdavanje dopusnice za obavljanje znanstvene djelatnosti, uvjetima za reakreditaciju znanstvenih organizacija i sadržaju dopusnice. *Narodne novine* 2010, 83.

Prpić, Katarina: Changes of scientific knowledge production and research productivity in transitional society. *Scientometrics* 72(2007) 3, str. 487–511.

Radošević, Slavo: Transformation of science and technology systems into systems of innovation in central and eastern Europe: the emerging patterns and determinants. *Structural and Economic Dynamics* 10(1999) 3–4, str. 277–320.

Statistički ljetopis Republike Hrvatske. Državni zavod za statistiku 2006, 506.

van Leeuwen, Thed N.: Strength and weakness of national science systems: A bibliometric analysis through cooperation patterns. *Scientometrics* 79(2009) 2, str. 389–408.

van Raan, Anthony F. J., van Leeuwen, Thed N.: Assessment of the scientific basis of interdisciplinary, applied research: Application of bibliometric methods in Nutrition and Food Research. *Research Policy* 31(2002) 4, str. 611–632.

van Raan, Anthony F. J.: Competition amongst scientists for publication status: Toward a model of scientific publication and citation distribution. *Scientometrics* 51(2001) 1, str. 347–357.

Zakon o osiguravanju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju. *Narodne novine* 2009, 45.

ACTIVITY OF THE CROATIAN SCIENTIFIC INSTITUTIONS IN THE FIELD OF NATURAL SCIENCES FROM 1991 TO 2005

Nataša Jermen

The Miroslav Krleža Institute of Lexicography

ABSTRACT: The scientific activity of Croatian scientific and higher education institutions from 1991 to 2005 was determined by analysing 8436 papers published in natural science journals, indexed in the WoS-SCI-Expanded database for the given period. Thus we were able to gain insights into the characteristics of scientific communications from Croatian scientific institutions, for example, their productivity and influence, for the period that preceded the implementation of the current system of evaluating scientific performance and the creation of national strategic documents that were designed to provide guidelines for the development of science. Also, it was determined whether the legal framework of evaluating scientific institutions and the strategies for the development of science were based on the true state of scientific activity in the field of natural sciences. This research is the starting point for further systemic scientometric research which would enable the monitoring of the observed conditions and trends in the activity of Croatian scientific institutions.

Keywords: *Croatian scientific institutions; scientometric analysis; WoS-SCI-Expanded; scientific productivity; scientific impact; h-index; inter-institutional cooperation; science policy*