

Marijan Ožanić

Znanost i gospodarstvo – kako izići iz “slijepe ulice”

Sažetak: U tekstu se ističe važnost veze tehničkih znanosti i gospodarstva te prikazuje da je znanost dostigla najvišu razinu i ostvarila najbolje rezultate kad su se rezultati znanstvenih istraživanja ostvarili u gospodarstvu. Primjeri iz nedaleke prošlosti svjedoče da su sveučilišni profesori sudjelovali u razvoju hrvatskih poduzeća i da se proizvodilo na temelju njihovih patenata. U tekstu se utvrđuje da su se u današnje vrijeme znanost i znanstvenici u velikoj mjeri odvojili od gospodarstva, i da se ta “dva svijeta” sve manje razumiju. Često se težište znanstvenog rada stavlja samo na pisanje članaka koji će se objaviti u stranim časopisima jer sustav napredovanja u znanosti priznaje samo takav rad i broj citiranja, odnosno IF-faktor (faktor odjeka). Po mišljenju autora, znanost time ulazi u “slijepu ulicu” i postaje sama sebi svrha. Zato je akademsko poduzetništvo, odnosno poduzetno sveučilište, “karika koja nedostaje” između znanosti i gospodarstva i to je put izlaska iz “slijepe ulice znanosti”.

Ključne riječi: akademsko poduzetništvo, gospodarstvo, IF-faktor, poduzetno sveučilište, transfer tehnologije, veliki profesori, znanost

Uvod

Kad se govori o znanosti obično se diskusija svodi na isticanje podatka da Hrvatska za znanost izdvaja vrlo malo, znatno manje od prosjeka zemalja u Europskoj uniji. Hina je 1. prosinca 2017. godine objavila izvješće Eurostata¹ u

¹ Eurostat, statistički ured Europske unije sa sjedištem u Luksemburgu. Osnovan je 1953. godine, prikuplja i objavljuje statističke podatke iz država članica, država izvan Europske unije te od međunarodnih organizacija kako bi informirao institucije Europske unije i omogućio praćenje učinaka njezinih politika.

kojem je dala usporedbu izdvajanja za istraživanja i razvoj (IR)² u Europskoj uniji u 2016. godini mjerena udjelom u bruto domaćem proizvodu (BDP), u državama Europske unije. Hrvatska je u 2016. za istraživanje i razvoj izdvojila 0,84 % BDP-a i bila je prema podacima Eurostata među deset zemalja s udjelom manjim od 1 %. Prosjek u Europskoj uniji je nešto iznad 2 %. Najveća izdvajanja zabilježena su u Švedskoj, 3,25 %. U skupini s izdvajanjima za IR većim od tri posto BDP-a nalazi se još samo Austrija s udjelom od 3,09 %. U stopu ih slijedi Njemačka s udjelom od 2,94 %, Danska s 2,87 % i Finska s 2,75 %. U skupini zemalja s izdvajanjima nižim od 1 % BDP-a još se nalaze Grčka s 0,99 %, Poljska s 0,97 %, Slovačka s 0,79 %, Bugarska s 0,78 %, Litva s 0,74 % te Malta s 0,61 %. Na dnu su ljestvice Latvija s 0,44 %, Rumunjska s 0,48 % te Cipar s 0,5 %. Takvi se odnosi više ili manje ponavljaju i sljedećih godina. Prema Priopćenju Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske od 21. prosinca 2018., u Republici Hrvatskoj u 2017. godini utrošeno je 2,6 milijardi kuna sredstava državnog proračuna za aktivnost istraživanja i razvoja (IR). Udio državnih proračunskih sredstava za IR u BDP-u u 2017. iznosio je 0,7 %.

Nakon zaključka da izdvajamo premalo i da to ima loše posljedice na naš gospodarski razvoj, na tome obično sve rasprave završavaju. Znanost izgleda prevažna, prestručna i prekompleksna tema da bi se netko usudio njom malo kritičnije baviti. Još se obično zaključuje da bi sve bilo bolje kad bi se izdvajanje za znanost znatno povećalo.

Na jednom sam skupu znanstvenike jako razljutio kad sam rekao: "I da povećamo izdvajanje za znanost 5 puta ne bi se povećali rezultati znanosti koji bi bili korisni za naš gospodarski razvoj, jer se radi na krivi način i uz pogrešno postavljene ciljeve. Veće izdvajanje za znanost vjerojatno bi povećalo plaće znanstvenicima, kupili bi možda bolju opremu i znatno bi povećali broj članaka objavljenih u stranim časopisima. A gospodarstvo to ne bi uopće osjetilo, ne bi bilo više patenata, ne bi bilo više novih proizvoda konkurentnih na svjetskom tržištu i produktivnost u poduzećima se ne bi povećala."

Znanost i znanstvenici su se u velikoj mjeri odvojili od tzv. realnog svijeta, odnosno od gospodarstva, tako da se ta dva svijeta gotovo više i ne razumiju. I to je puno veći problem od malog izdvajanja za znanost mjerenog u postocima udjela u BDP-u.

I sad se otvaraju brojna pitanja. Treba li znanost biti povezana uz gospodarstvo ili je bolje da bude slobodna i nesputana tom vezom? Je li nekad znanost bila više povezana s gospodarstvom? Kako se ostvarivala ta veza? Kad

²Istraživanje i razvoj (IR) – kreativni sustavni stvaralački rad s ciljem uvećavanja količine znanja uključujući znanja o čovjeku, kulturi i društvu, kao i osmišljavanje novih primjena dostupnog znanja. Pojam IR obuhvaća tri vrste aktivnosti: temeljna, primijenjena i razvojna istraživanja. (Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/08-02-02_01_2018.htm)

je i zašto ta veza prekinuta? Treba li se znanost ponovno više vezati uz gospodarstvo, a posebno uz industriju?

Izgubljena veza

Proces odvajanja naše znanosti od “realnog svijeta” i od gospodarstva traje već jako dugo, još od 70-ih godina XX. stojeća i već je donio pogubne rezultate. Stalno želim doznati kad i zašto je došlo toga. U “moje vrijeme”, a pogotovo u vremenu puno prije toga, znanost je bila jako vezana uz poduzeća, uz industriju.

U ostavštini znamenitog pokojnog profesora s Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu Josipa Lončara³ pronađena je mala bilježnica u kojoj je profesor, u vremenu prije Drugog svjetskog rata, 30-ih godina prošlog stoljeća upisivao svoj dnevni raspored. Vrlo često je bilo zapisano – danas idem sa studentima u posjet tvornici Paspas⁴ ili u Siemens ili u druge tvornice.

Još jedan naš veliki profesor, Anton Dolenc, imao je pravilo da studente četvrte godine vodi na stručnu ekskurziju po najvećim tvornicama u Europi, pa smo mi, njegovi studenti, imali priliku posjetiti Siemens, BBC i mnoge druge. I bili smo ponosni kad smo vidjeli kakav je velik ugled profesor Dolenc uživao u zapadnim tvornicama.

³Josip Lončar (Đakovo, 21. 11. 1891. – Zagreb, 28. 11. 1973.), akademik, sveučilišni profesor, elektrotehnički stručnjak i fizičar, pionir hrvatske elektrotehnike i elektronike, radiofonije i televizije. U Zagrebu je studirao matematičko-fizikalne znanosti na Mudroslovnom fakultetu, a na Sorbonnei u Parizu (1910. – 1915.) elektrotehniku. Doktorirao u Zagrebu 1920., a od 1931. redoviti je profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Godine 1937. predaje kolegije Osnove elektrotehnike i Električna mjerenja. Na Fakultetu je osnovao laboratorije za iste kolegije u kojima je obavio mnoga istraživanja. Zaslužan je za utemeljenje i pokretanje Radio Zagreba, napravio je elektrotehničke sheme za njegovo funkcioniranje (1924. – 1926.) i izveo tehničke radove. Godine 1930., kad je proradila prva televizija u Europi, u Londonu, konstruirao je i napravio prvi TV prijamnik u svojem laboratoriju te gledao TV sliku iz Londona. Umirovljen je 1957., kad je TV Zagreb počeo redovito emitiranje svojeg dnevnog trosatnog programa. Djela: *Konstrukcija radio stanica za primanje* (1927./29.), *O savremenoj televiziji* (1937.), *Osnovi elektrotehnike* (1923./38.), *Uvod u električna mjerenja* (1937./39.) i druga. Od 1947. je redoviti član JAZU. Godine 1961. dobio je Nagradu za životno djelo Grada Zagreba, a 1970. izabran je za počasnog doktora Sveučilišta u Zagrebu. Elektrotehnički fakultet uveo je 1971. godišnju Nagradu *Josip Lončar* za istaknute uspjehe u studiju i znanstvenoistraživačkoj djelatnosti i nastavi.

⁴Paspas i sinovi – Tvornica *Ivan Paspas* i sinovi (IPIS), Zagreb. Radionicu u Bogovićevoj ulici u Zagrebu, preteču Tvornice baterija Croatia utemeljio je 1896. Ivan Paspas, obrtnik iz Zagreba. Početkom XX. stoljeća Ivan Paspas bio je najzaslužniji za uvođenje struje i telefonskih linija u zagrebačka kućanstva. Radionica Ivan Paspas i sinovi proširila je djelovanje 1907. godine, kad je Zagreb dobio prvu električnu centralu. Za svoje proizvode industrija *Paspas* nagrađivana je zlatnim medaljama na svjetskim izložbama elektroopreme, primjerice, 1935. u Bruxellesu i 1936. u Parizu. U Paspinim tvornicama radilo je između 300 i 500 radnika. Nakon Drugog svjetskog rata Paspine su tvornice s dolaskom komunizma nacionalizirane i nastavile su djelovati pod nazivom Tvornica svjetiljaka i baterija Croatia, proizvodeći milijune komada različitih vrsta tih proizvoda.



Slika 1.: Prof. dr. Josip Lončar
(Izvor slike: <http://library.foi.hr/m3/mda1.asp?B=1&A=0000010882&lang=hr>)



Slika 2.: Baterije iz tvornice *Ivan Pasp*a i sinovi (IPIS)
(Izvor slike: <http://athena.muio.hr/?object=linked&c2o=21880>)

Profesori su bili vezani uz tvornice, provodili istraživanja koja su se realizirala u tvornicama, učili studente na konkretnim primjerima i sami bili u tijeku zbivanja. Danas su, međutim, takvi posjeti tvornicama gotovo potpuno izostali. Došli smo u situaciju da studenti FER-a (Fakultet elektrotehnike i računarstva) ne znaju gdje je *Končar*. A prije desetak godina dekan FSB-a (Fakultet strojarstva i brodogradnje) hvalio mi se da je sa svim svojim profesorima nakon dvadeset godina prvi put posjetio tvornicu *Končar*. Istaknuo je da su svi bili impresionirani onim što su vidjeli. A ja sam bio šokiran, jer smo nekad mi

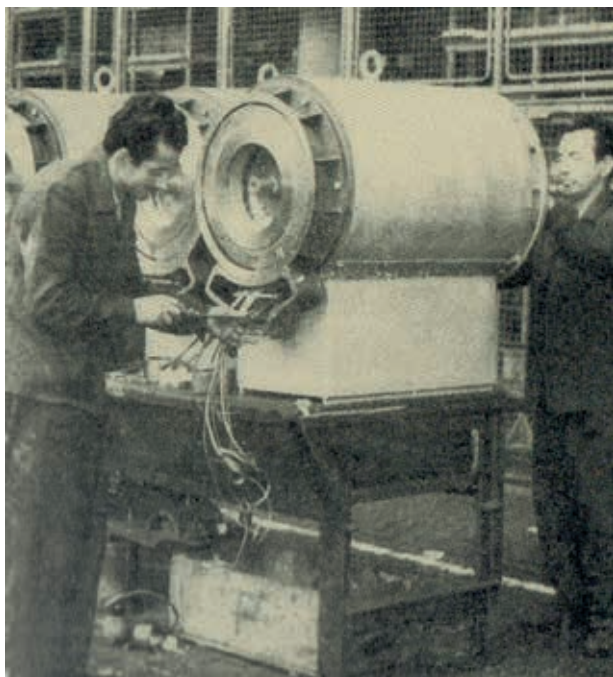
končarevci s profesorima ETF-a (Elektrotehnički fakultet) i FSB-a bili u stalnom kontaktu. Još su više bili šokirani stručnjaci *Končara* vidjevši koliko su neki profesori daleko od suvremenih zbivanja u tehnici. Direktor poduzeća koje su posjetili poslije mi je pričao:

“Zamisli, profesor se čudio materijalima koje mi koristimo u gradnji strojeva, jer on studentima na predavanjima govori o limovima izoliranim papirom. Takve limove ja nisam nikada vidio, jer su se prestali koristiti prije nego što sam počeo raditi, a ja sada idem u mirovinu.”

Diplomirao sam na Elektrotehničkom fakultetu krajem 1967. godine kod prof. dr. sc. Zvonimira Sirotića i kad sam došao raditi u *Končar*, u Tehnički ured u Tvornici srednjih električnih strojeva, profesor Sirotić mi je bio šef, jer je bio upravitelj Ureda. Sjećam se da je prof. dr. Berislav Jurković, vrhunski stručnjak za projektiranje asinkronih strojeva, imao u Tvornici malih električnih strojeva svoj ured i viđao sam ga gotovo svaki dan. Po njegovom su se patentu u tvornici proizvodili asinkroni motori za brodska vitla.



Slika 3.: Patentna isprava za polno preklopivi asinkroni motor za dizalične pogone izumitelja dr. sc. Berislava Jurkovića iz 1962. godine (Izvor slike: knjiga *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike*)



Slika 4.: Montaža asinkronog motora za brodsko teretno vitlo (Izvor slike: knjiga *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike*)

U jednom trenutku profesora Jurkovića više nisam vidio u tvornici, a profesor Sirotić nije više bio upravitelj Tehničkog ureda. Prije toga iz *Končara* su otišli i profesori Vojislav Bego i Tomo Bosanac, koji su stvarali temelje razvoja te tvornice, ali i razvoja naše elektrotehničke znanosti. Veza između znanosti, fakulteta i tvornica počela je slabjeti.

Prije nekoliko godina razgovarao sam s poduzetnikom iz Krapine, vlasnikom uspješnog metaloprerađivačkog poduzeća i izvoznikom. Požalio mi se da ne može pronaći stručnjaka koji bi mu riješio jedan tehnički problem. Naime, sam je konstruirao uređaj za transport limova do svojeg stroja, ali nije mogao riješiti problem sinkronizacije hidrauličkih nosača koji su držali lim. Bio je spreman platiti rješenje koliko treba samo da može završiti svoj uređaj. Pokušao je bez uspjeha preko HGK, a onda sam mu rekao da ću porazgovarati s profesorima na strojarском fakultetu. Oni su ipak najstručniji i taj su zadatak mogli dati nekome da ga riješi u okviru diplomskog. Na strojarstvu su usto pokrenuli projekt kroz koji su namjeravali nuditi svoje usluge gospodarstvu. Kad sam im objasnio problem, rekli su mi: "Javit ćemo vam se." Nikad se nisu javili. Zašto bi se gnjavili kad im rješenje tog problema neće dati nikakve bodove u napredovanju niti će ga moći objaviti u nekom časopisu da im se broje radovi.

A takvih primjera ima bezbroj.



Slika 5.: Dekani ETF-a od 1956. do 1982. – velikani hrvatske znanosti iz vremena uske povezanosti fakulteta i gospodarstva. U sredini sjedi prof. dr. sc. Berislav Jurković. Stoje: Vojislav Bego, Radenko Wolf, Ante Šantić, Uroš Peruško, Vladimir Matković, Vladimir Muljević, Hrvoje Požar, Zvonimir Sirotić. Sjede: Vatroslav Lopašić, Danilo Blanuša, Berislav Jurković, Anton Dolenc (nedostaju Božidar Stefanini i Zlatko Smrkčić).

(Izvor slike: <http://www.croatianhistory.net/etf/dolenc.html>)

Pogubnost IF-faktora odjeka

Umjesto da znanstvenici iz tehničkih područja sve svoje aktivnosti usmjere na aktivnosti koje bi imale za rezultat stvaranje novih, inovativnih proizvoda konkurentnih na svjetskom tržištu i na tehnološka rješenja za povećanje produktivnosti proizvodnje, u pravilu sve svoje aktivnosti usmjeruju samo na pisanje članaka koji će biti objavljeni u stranim časopisima. Sustav napredovanja u znanosti priznaje samo takve radove i broj citiranja, tzv. IF-faktor⁵.

Profesor emeritus Igor Čatić stalno ukazuje na štetnost kriterija prema kojima se znanstvenike ocjenjuje jedino po objavljivanju članaka u stranim

⁵IF faktor odjeka (engl. *impact factor*), mjera utjecaja nekog naslova časopisa u znanstvenoj zajednici. Označuje mjeru učestalosti kojom je neki članak citiran, prosječan broj citata koje je svaki članak u tom časopisu primio u protekle dvije godine. Prikazuje znanstvenu indeksiranost i citiranost časopisa, odn. radova, zbrajajući koliko puta su članci citirani. Osim vrednovanja znanstvenika, podaci o citiranosti su i osnova za utvrđivanje važnosti i utjecaja pojedinih časopisa. Što je veći IF časopisa, to je veći njegov ugled među znanstvenicima. Za manje ugledne časopise (npr. za mnoge časopise od nacionalnog značaja, na nacionalnim jezicima – za razliku od međunarodnih časopisa na engleskom jeziku), IF se ni ne računa. IF je osmislio Eugene Garfield, koji je osnovao Institute for Scientific Information, a izračunava se redovito od 1975. za one časopise koji su indeksirani u izvješću *Journal Citation Reports*.

časopisima, a ne po upotrebljivosti i korištenju njihovih rezultata u industriji. U članku⁶ objavljenom na portalu Zg-magazin profesor Čatić piše:

“A što su majmunska posla? To su kriteriji po kojima se biraju znanstvenici i visokoškolski nastavnici, pretežno u zemljama dijela srednje i istočne Europe. Među njima je i Hrvatska. Važno je imati žigosani rad i onda svatko tko se zna malo služiti računalom može izračunati je li natjecatelj imao dovoljno bodova, npr. u 1. kvartilu, pa da bude izabran u neko zvanje. Problem je vrlo ozbiljan i na njega se ukazuje već niz godina.

... Projekti, studije ili knjige za sastavljače kriterija su nebitni. A znanstveni radovi vrijede samo ako su objavljeni u inozemstvu u časopisima koji su u 1. kvartilu (25 % najboljih u svijetu).

... Među ostalim sve je manje novaca zato što im inženjere obrazuju ljudi bez dana radnog staža u odgovarajućoj industriji.... Bolest od koje je oboljela i Hrvatska posljedica je ‘bibliometrijske industrije’.

... U najnovijoj listi kriterija i dalje je na prvom mjestu važnosti objava u časopisu s takvim i takvim faktorom odjeka. To je IF-faktor za kojeg je dokazano da je poguban za razvoj znanosti.”

Mnogi stručnjaci i stručna udruženja protive se prevelikom utjecaju IF-faktora. Tako Đurđica Španiček, glavna urednica časopisa *Polimeri*, piše:⁷

“Možda je neke iznenadila u svibnju ove godine donesena deklaracija u San Franciscu pod nazivom Declaration on Research Assessment (DORA), prevedeno Deklaracija o vrednovanju istraživanja, koju je u razmjerno kratkom vremenu potpisao iznimno velik broj znanstvenika diljem svijeta. Nas u Društvu za plastiku i gumu nije. Već godinama upozoravamo na to da faktor odjeka pojedinoga znanstvenog časopisa ne može biti kriterij ili jedan od najvažnijih kriterija prilikom napredovanja znanstvenika. Osnovna misao Deklaracije može se sažeti u rečenicu: Faktor odjeka, poznatiji kao IF, ne smije se upotrebljavati kao surogat za kvalitetu pojedinog rada, za vrednovanje pojedinačnog doprinosa ili zapošljavanje, promociju ili dodjelu projekata. On je prvotno osmišljen kao alat za pomoć knjižničarima u identifikaciji za odabir pri kupnji časopisa, a ne kao mjera znanstvene kakvoće istraživanja opisanoga u tekstu. Mnogi svjetski znanstvenici slažu se da se osnovna

⁶<http://zg-magazin.com.hr/zasto-se-hrvatska-ubraja-u-najrazvijenije-zemlje-i-sto-su-to-majmun-ska-posla/>

⁷Đurđica Španiček (2013), Faktor odjeka, *Polimeri*, 34 (2013), Zagreb.

dobra funkcija IF-a, uvedenoga kao pomoć pri odabiru časopisa, potpuno iskrivila. ...

Glavni urednik časopisa *Science* navodi kako je zloraba IF-a krajnje destruktivna za znanost jer se sve svodi na brojenje umjesto na stvarnu procjenu znanstvenog doprinosa.

Mnogi znanstvenici ističu kako IF-manija nema više nikakvog smisla jer zamagluje našu znanstvenu procjenu, uništava karijere te troši vrijeme i dragocjene radove. ... Tekstovi se recenziraju, ali tko odlučuje vrijedi li uopće tekst poslati na recenziju? Vrlo su često to osobe s malo iskustva praktičnog znanstvenika.”

Odvajanjem od gospodarstva znanost gubi mogućnost provjeravanja i ocjenjivanja svojih rezultata u “realnom svijetu” i na tržištu i ne može učinkovito pridonositi razvoju gospodarstva. Time ulazi u “slijepu ulicu” u kojoj je sama sebi svrha, u kojoj se konkretni rezultati više niti ne očekuju i znanost gubi važnu ulogu u razvoju društva.

Što se, zašto i kako se to dogodilo?

Čini mi se da je odvajanje znanosti od gospodarstva proces koji je trajao dosta dugo, a vrhunac je dostigao poslije 2000. godine, kad je naša znanost usmjerena najvećim dijelom na objavljivanje članaka u inozemstvu i ocjenjivanja po IF-faktoru odjeka. Svi veliki stari profesori s kojima sam razgovarao sa žaljenjem su govorili o štetnom odvajanju znanosti od gospodarstva, ali nisu znali pravi razlog zašto se to dogodilo.

Nedavno sam ponovno razgovarao s kolegama o tome zašto su se profesori s fakulteta odvojili od gospodarstva i zašto nisu više povezani s tvornicama kao što su nekad bili i zaključio sam da su razlozi vjerojatno:

- u tvornicama su stasale nove generacije inženjera i rukovoditelja koji su se htjeli osloboditi patronata i utjecaja svojih učitelja
- profesori su mogli surađivati s tvornicama kao savjetnici, ali izgubili su bilo kakav operativni utjecaj na razvoj
- ljudi u tvornicama, tadašnji samoupravljači, “svjesni” radnici i omladinici počeli su propitivati zašto neki ljudi primaju plaću na dvama mjestima, na fakultetu i u tvornici.

Sigurno ima još razloga, ali nisam došao do njih. Međutim, koliko znam u medicini nije takva situacija. Profesori s medicinskih fakulteta normalno rade i u sveučilišnim bolnicama i zato mogu biti vrsni stručnjaci. Bilo bi pogubno za medicinu da im to nije omogućeno. U tehnici su profesori malo-pomalo gubili

mogućnost da svoje znanje stalno provjeravaju i nadograđuju u praksi, u poduzećima i posljedice su katastrofalne.

Taj proces odvajanja znanosti od gospodarstva nije išao skokovito, ništa se nije događalo preko noći i neki kolege ga nisu primijetili. I nisu se složili sa mnom. Rekli su mi da su u *Končaru* i u 1980-ima vidjeli da profesor Sirotić dolazi u Generatore i surađuje s njima, a da su mnogi končarevci predavali honorarno na ETF-u. To je točno, ali profesori više nisu imali neki značajniji utjecaj na razvoj *Končara*, a končarevci koji su predavali na ETF-u imali su mali utjecaj na razvoj fakulteta. Dominiraju slučajevi da su profesori “odrasli” na fakultetu, nakon diplomiranja su se zaposlili na fakultetu, doktorirali, napredovali od asistenta do profesora i s tog mjesta otišli u mirovinu, a da nisu imali nikakvu vezu s gospodarstvom.

Međutim, to je samo jedna opća, možda neprecizna, slika koja govori samo o trendovima. U životu nije nikad ništa crno ili bijelo. Početkom 2019. godine gospodin Vladimir Ferdelji, dugogodišnji direktor uspješne tvornice Elektrokontakt ispričao mi je da su oni početkom 1990-ih jako dobro surađivali s katedrom profesora Jerbića na strojarskom fakultetu i zajednički su projektirali najsloženije robotizirane proizvodne linije koje su instalirali u tvornici, a neke su prodali i u SAD. To je bila ipak više iznimka nego pravilo.

Osobno sam tijekom života bio svjedok razvoja našeg fakulteta, FER-a (ETF) kroz četiri faze. Proces udaljavanja znanosti od gospodarstva, od industrije, procjenjujem na temelju svojeg iskustva, bez nekih detaljnih znanstvenih istraživanja, više kao poticaj za diskusiju:

1. faza – uska veza fakulteta i tvornica (do 1970-ih)
2. faza – odvajanje fakulteta od tvornica (od 1970-ih ili 1980-ih do 2000.)
3. faza – usmjeravanje znanosti samo na objavljivanje članaka u inozemstvu i ocjenjivanje po IF-faktoru odjeka (od 2000.)
4. faza – razmišljanje o akademskom poduzetništvu (od 2014. –).

Naravno, to je samo gruba i vrlo pojednostavnjena slika, i to na području elektrostrojarstva. Možda je situacija na drugim područjima drukčija. Vjerojatno bi ljudi više povezani sa sveučilištem mogli tu analizu napraviti kvalitetnije i preciznije.

S tim u svezi dobro je sjetiti se mudrih riječi prof. dr. sc. Vinka Dvořáka, hrvatskog fizičara češkog podrijetla, koje je izrekao u svojem nastupnom govoru za rektora Sveučilišta u Zagrebu 19. listopada 1893.:

“Da ostane čovječanstvo u znanstvenom obziru zdravo, za to treba tri vrsti radnika: prvo istraživalaca istina u naravi, drugo učitelja tih istina i treće muževa, koji upotrebljavaju te istine na praktični život. Ova tri razreda imadu skupa živjeti i djelovati.” (Benčić, Hanžek, 2011.)



Slika 6.: Vinko Dvořák (1848. – 1922.) hrvatski fizičar, profesor i akademik češkog podrijetla
(Izvor slike: https://en.wikipedia.org/wiki/Vinko_Dvořák)

Poduzetno sveučilište – izlazak iz “slijepe ulice”

Problemi koji nastaju u vezi znanosti i gospodarstva, odnosno propitkivanje uloge znanosti u društvu potiču potragu za novim oblikom suvremenog sveučilišta. Vjerujem da je “akademsko poduzetništvo” i “poduzetno sveučilište” ona karika koja nedostaje između znanosti i gospodarstva i izlazak iz “slijepe ulice”. (Kod toga mislim u prvom redu na tehničke znanosti.)

Akademsko poduzetništvo nešto je novo u znanstvenom svijetu, pojavljuje se početkom XX. stoljeća. Već u ranim 1920-im godinama, nakon Prvog svjetskog rata, na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology), počinju se okretati prema ekonomskoj eksploataciji znanja koje su na toj instituciji stvorili kako bi nadomjestili restrikcije u financiranju znanosti do kojih je došlo poslije rata. Gledajući s povijesnog stanovišta, europska sveučilišta prolazila su tri osnovne razvojne faze glede svoje osnovne funkcije:

1. faza – fokus je na obrazovanju (od XII. stoljeća do 1809.)
2. faza – fokus je na istraživanju (1809.⁸ do 1970-ih.)
3. faza – fokus je na kapitalizaciji znanja (od 1970⁹-ih.)

⁸Godine 1809. njemački državnik i znanstvenik Wilhelm von Humboldt osnovao je Berlinsko sveučilište na radikalno novom pristupu, koji traži da uspješno sveučilište objedinjuje obrazovanje i istraživanje.

⁹Sredinom 1970-ih sve više se traži konkurentnost nacionalnih ekonomija pa sveučilišta počinju stavljati fokus na komercijalizaciju, odnosno na tehnološko i industrijsko iskorištavanje rezultata istraživanja, te na sudjelovanje sveučilišta u ekonomskom razvoju lokalne i nacionalne ekonomije.

U trećoj fazi stvaraju se akademsko poduzetništvo i poduzetničko, odnosno poduzetno sveučilište (engl. *entrepreneurial university*), kao poseban fenomen modernog društva i razvija se u kontekstu ekonomije znanja koja je temelj treće industrijske revolucije. (Dabić, Švarc, 2016.) Nije jednostavno prevesti pojam *entrepreneurial university*, koji se uobičajeno koristi u stranoj literaturi. Mogući su prijevodi su i “poduzetničko sveučilište” i “poduzetno sveučilište”. Kolegice i kolege koje sam konzultirao zastupali su i jednu i drugu mogućnost s uvjerljivim objašnjenjima. Iako se češće koristi pojam poduzetničko sveučilište, odlučio sam se za *poduzetno sveučilište* (koristit ću ga u ovom tekstu), jer mi poduzetničko sveučilište više govori o sveučilištu koje poučava studente o poduzetništvu, a naziv poduzetno sveučilište govori mi o filozofiji i kulturi ponašanja cijelog sveučilišta. Na primjer, poduzetničko sveučilište je (ili bi trebalo biti) Veleučilište VERN u Zagrebu, a poduzetna sveučilišta su MIT i Stanford u SAD-u.

Treća industrijska revolucija obuhvaća informacijsku i biotehnošku revoluciju, koja je počela 1950-ih u Silicijskoj dolini u SAD-u i počela stvarati tzv. postindustrijsko društvo na integraciji znanosti i poduzetništva – akademskog poduzetništva i sveučilišnih *spin-off* poduzeća. (Dabić, Švarc, 2016.). Od 2011. godine prisutna je četvrta industrijska revolucija, nazvana Industrija 4.0., a već se razvija i Industrija 5.0.

U knjizi *Entrepreneurial Universities in Innovation-Seeking Countries, Challenges and Opportunities*¹⁰ dr. sc. Jadranka Švarc i prof. dr. sc. Marina Dabić početkom 2016. godine poduzetno sveučilište definiraju kao “sveučilište koji koristi različite mehanizme za direktan ili indirektan angažman u eksploatairanju rezultata istraživanja za korist zajednici na lokalnoj i nacionalnoj razini.”

Nekoliko drugih autora poduzetno sveučilište definira na sljedeći način:

- Poduzetno sveučilište uključuje “kreiranje novih poslovnih pothvata od strane sveučilišnih profesora, tehničara i studenata”. (Chrisman, 1995.)
- Da bi poduzetno sveučilište bilo uspješno mora kod svojih članova, posebno studenata, stvarati želju i sposobnost da pokreću svoje vlastite poslovne pothvate. (Röpke, 1998.)
- Kao srce svake poduzetničke kulture, poduzetno sveučilište ima sposobnost da inovira, prepoznaje i kreira prilike, radi u timovima, preuzima rizik i odgovara na izazove. (Kirby, 2002.)

Tradicionalne uloge sveučilišta – obrazovanje i istraživanje – još uvijek se smatraju kao *conditio sine qua non*¹¹ svakog sveučilišta. A te uloge poduzetno

¹⁰<http://www.palgrave.com/gp/book/9781137579812#otherversion=9781137579829>

¹¹*conditio sine qua non* (lat.: uvjet bez kojeg se ne može), prijeko potreban uvjet

sveučilište nadopunjuje kooperacijom s poslovnim sektorom, iskorištavanjem rezultata istraživanja i uključivanjem u regionalni razvoj. Koncept poduzetnog sveučilišta u najvećoj se mjeri povezuje s tehnološkom komercijalizacijom istraživanja, brojem patenata, licencija, istraživačkih projekata i *spin-off* poduzeća. Uključivanjem u regionalni razvoj kraja u kojem djeluje sveučilište postaje značajan čimbenik gospodarskog rasta i tehnološkog razvoja te stvaranja novih radnih mjesta.

Naravno, kad govorimo o poduzetnom sveučilištu, kod toga se u prvom redu misli na tehničke fakultete, a ne na fakultete s područja humanističkih znanosti, umjetnosti i sličnih znanstvenih područja. Iako poduzetnost ni kod njih nije isključena.

Poduzetničke aktivnosti poduzetnog sveučilišta su npr.:

- osnivanje *spin-off* poduzeća i akademsko poduzetništvo
- uspostava inovacijske i tehnološke infrastrukture za kooperaciju između znanosti i industrije, kao što su: sveučilišni istraživački i tehnološki parkovi i sveučilišni uredi za transfer tehnologije
- istraživački projekti s industrijom
- komercijalizacija rezultata istraživanja kroz prava intelektualnog vlasništva, npr. patenti i licencije.

Spin-off poduzeća mogu se definirati kao poduzeća koja koriste rezultate istraživanja od sveučilišta ili istraživačkog instituta na jedan od sljedećih načina:

- komercijaliziraju ili licenciraju patente za tehnologiju koja je u vlasništvu sveučilišta ili instituta
- sveučilište ili zaposlenici sveučilišta uključeni su kao jedan od osnivača u novom poslovnom pothvatu
- osnivaju poduzeće u poslovnom inkubatoru, tehnološkom ili znanstvenom parku koji je osnovala država zajedno s jednim ili više sveučilišta ili istraživačkih instituta.

Sveučilišna *spin-off* poduzeća pokazuju svoje vrijednosti na ovih pet načina:

- unapređuju lokalni gospodarski razvoj
- korisna su za komercijalizaciju sveučilišne tehnologije
- pomažu sveučilištu u njegovoj osnovnoj misiji – istraživanju i obrazovanju
- ostvaruju izvanredne rezultate
- ostvaruju veći prihod sveučilištu od same prodaje licencije postojećim kompanijama. (Shane, 2004: p. 17)

Je li svako poduzetništvo na fakultetu akademsko poduzetništvo?

U zadnje vrijeme često govorim o akademskom poduzetništvu i izražavam žaljenje što ga kod nas nema. Tad me kolega ispravio i rekao: “Nisi u pravu. Na fakultetima, a posebno na tehničkim fakultetima, ima mnogo poduzetništva. Netko mi je rekao da na jednom fakultetu zaposlenici, profesori i ostali imaju gotovo 200 privatnih poduzeća. I to sve normalno i legalno funkcionira. Zar to nije akademsko poduzetništvo?”

Rekao sam mu da je to po mom mišljenju “poduzetništvo na fakultetu”, ali nije “akademsko poduzetništvo”. Odnosno: fakultet na kojem “cvate” privatno poduzetništvo uopće ne treba biti “poduzetan fakultet”, kao što ga ovdje definiramo.

Akademsko poduzetništvo o kojem ovdje govorimo temelji se na inovacijama, novim znanstvenim rezultatima, odnosno rezultatima znanstvenih istraživanja i razvoja, koji se patentiraju i onda kroz poduzetništvo komercijaliziraju na tržištu. To je nešto drugo nego ovo klasično poduzetništvo na fakultetu, koje je u krajnjem slučaju samo jedna visokostručna “tezga”. (Nemam ništa protiv “tezge” u slobodno vrijeme, ali trebamo precizno definirati i pojmove i “pravila igre”).

Poduzetno sveučilište u praksi

O akademskom poduzetništvu govorio je 16. travnja 2015. na Fakultetu elektrotehnike i računarstva američki prof. dr. sc. Burton Lee¹² sa Sveučilišta Stanford¹³ iz Silicijske doline. Sveučilište Stanford s 15 000 studenata manje je

¹²Lee, Burton H., doktor strojarstva i elektrotehnike sa Sveučilišta Stanford i MBA iz područja financija Sveučilišta Cornell, međunarodni je stručnjak za inovativno poduzetništvo. S više od 15 godina iskustva u *start-up* poduzetništvu, višem menadžmentu i tehničkom vodstvu u ranoj fazi ulaganja te velikim globalnim tehnološkim korporacijama kao što su General Electric, Hewlett-Packard i Daimler, priznat je kao globalni stručnjak za inovacijski sustav Europe i Silicijske doline te u području tehnoloških *start-up* tvrtki i inovacija utemeljenih na znanstveno-akademskom znanju. Predaje na Sveučilištu Stanford o europskim inovacijama i poduzetništvu. Čest je predavač u Europi, Latinskoj Americi, Washington D.C.-u i Silicijskoj dolini.

¹³Sveučilište Stanford (engl. Stanford University, puni službeni naziv Leland Stanford Junior University), privatna je i istraživački orijentirana institucija u Stanfordu, Kalifornija, SAD. Osnovani su ga 1885. kalifornijski guverner i senator Stanford Leland i njegova supruga Jane Lathrop Stanford, kao spomen na svojeg sina Leland Stanforda, sina, koji je umro u Europi od tifusa nekoliko tjedana prije šesnaestog rođendana. Sveučilište se nalazi u srcu Silicijske doline, a među bivšim studentima su osnivači tvrtki kao što su Sun Microsystems, Google, Yahoo!, Hewlett-Packard, Nvidia, Cisco Systems i Silicon Graphics. Dvadeset jedan dobitnik Nobelove nagrade član je današnje zajednice polaznika Stanforda.

oko pet puta od zagrebačkog, koje ima 75 000 studenata, vjerojatno je tisuću puta bogatije i ima milijardu i pol dolara za istraživanje. Ali, sad su mi važniji sljedeći podaci – na Stanfordu se svake godine osnuje oko 500 novih poduzeća, 50 % u vlasništvu profesora i doktoranada, i 10 % u vlasništvu studenata. Osim toga, dobivaju više od 100 patenata godišnje za svoje inovacije. To je rezultat izrazite poduzetničke klime koja vlada na tom sveučilištu, poduzetništvo se potiče i cijeni, znanstvenici su čvrsto povezani s gospodarstvom, a studenti u svojim klubovima stalno diskutiraju o novim poduzetničkim idejama. Na taj način američka sveučilišta pokreću američko gospodarstvo.

Nažalost, na našem sveučilištu, kao i u cijelom društvu, vlada većinom antipoduzetnička klima, jako je odvojeno od gospodarstva, slabo razumije poduzetništvo. Na Sveučilištu ima malo patenata, a transfer znanstvenih rezultata u gospodarstvo gotovo ne postoji. Našu znanstvenu zajednicu sve to previše ne zabrinjava. Na predavanju Burtona Leeja bilo je vrlo malo profesora, a ni studenti nisu pokazali prevelik interes.

Na jednom tehničkom fakultetu izvan Zagreba održao sam predavanje o poduzetništvu i na kraju rekao studentima: “Recite mi tko će od vas sutra sjesti s kolegama i početi raspravljati o svojim poduzetničkim idejama? Hoće li netko od vaše studentske organizacije zatražiti od fakulteta sobu gdje biste se mogli sastajati i diskutirati o tome kako da osnujete svoje poduzeće?” Nitko se nije javio, nitko nije želio niti razgovarati o poduzetničkim idejama.

Polovinom siječnja 2016. godine bio sam na FER-u, Fakultetu elektrotehnike i računarstva, u Zagrebu i slušao vrlo zanimljivo predavanje o usporedbi visokoškolskog sustava u Hrvatskoj i u Americi. Predavanje je održao doc. dr. sc. Dubravko Babić, koji je na FER-u 1982. godine diplomirao, a onda u Americi radio i na Sveučilištu Santa Barbara u Kaliforniji doktorirao 1995. godine. On je istaknuo da je temeljno obrazovanje koje je dobio na FER-u iz matematike, fizike i ostalih predmeta bolje nego što ga dobiju studenti na vrhunskim fakultetima u Americi. A osim toga, naši inženjeri kad završe FER imaju više praktičnog znanja i veću širinu znanja. Međutim, temeljna razlika između naših i američkih sveučilišta dolazi do izražaja na doktorskom studiju i na području znanstvenih istraživanja. Američki profesori fokusirani su na istraživanja i zapostavljaju predavanja, za njih je kvaliteta predavanja sekundarna. Na FER-u je veća kvaliteta nastave.

Američki profesori vode najsloženije znanstvene projekte i bave se vrhunskim znanstvenim istraživanjima u kojima sudjeluju njihovi doktorandi. Sveučilišta predvode brzi tehnološki napredak, potiču razvoj tehnologije i otvaraju nova područja istraživanja. Iznimno je velika konkurencija ljudi iz cijelog svijeta koji se natječu za poslijediplomski studij, magisterij i doktorat.

Zanimljivo je da onaj tko završi neki fakultet u Americi ne može nastaviti rad na tom fakultetu, nego se mora kandidirati za neki drugi, odnosno

otići u industriju. Postati profesor na fakultetu na kojem ste doktorirali nemoguće je.

Još jedna važna značajka čini američke fakultete najboljima na svijetu. Na njima je jako izraženo akademsko poduzetništvo. Istraživački, znanstveni projekti usmjereni su na komercijalizaciju na tržištu, a znanstvenici, profesori, doktorandi koji su radili na tim projektima osnivaju svoje tvrtke (izvan fakulteta), otkupljuju, po povoljnoj cijeni, rezultate svojih istraživanja i s njima, kao poduzetnici nastupaju na tržištu.

Transfer tehnologije – što je to?

Kad se govori o komercijalizaciji znanstvenih rezultata kroz “akademsko poduzetništvo”, uobičajeno je spomenuti i “transfer tehnologije”. Pod transferom tehnologije podrazumijevamo “prijenos znanja, tehnologije, izuma, rezultata istraživanja i razvoja od znanstvene zajednice, laboratorija, do gospodarstva i do tržišta”. Da se ostvari transfer tehnologije, pri sveučilištima i institutima osnivani su centri, uredi i agencije za transfer tehnologije. Zamišljeno je da se kroz takve urede neko znanstveno rješenje stvoreno na sveučilištu najprije patentira, a onda se patent, odnosno licencija proda na tržištu, nekom zainteresiranom poduzeću koje će to dalje razvijati do konačnog proizvoda koji se može prodavati na tržištu. Na taj bi način sveučilište ostvarivalo prihode od svojeg znanstvenog rada. Proces je lijepo i idealistički zamišljen, ali ne daje rezultate i skup je.

I na zapadnim sveučilištima vrlo često prihod od patenata ili licencija ne ispunjava očekivanja. Tzv. *cost-benefit* analiza¹⁴ često pokazuje da su financijski prihodi od licenciranja relativno mali i da samo mali broj sveučilišta, kao Stanford, stvarno ostvaruje veće profite. Takvi su slučajevi prije iznimka, a ne pravilo, i većina sveučilišta jedva pokriva troškove djelatnosti patentiranja. Na primjer, u SAD-u je ukupan prihod od licenciranja manji od 1 % proračuna za istraživanje. (OECD, 1998a: p. 61)

Rezultati transfera tehnologije iz naših znanstvenih institucija vrlo su mali ili ih uopće nema. Već dvadesetak godina na raznim mjestima na nekim našim fakultetima (npr. FSB) i na sveučilištu postoje tzv. centri i uredi za transfer tehnologije koji za to vrijeme nisu napravili ništa. (Organiziranje seminara i konferencija se ne računa). Transfer tehnologije vrlo je teško realizirati, tim više

¹⁴ *Cost-benefit* analiza (engl. *cost-benefit analysis*), metoda ekonomske analize kojom se uspoređuju i vrednuju sve prednosti i svi nedostaci nekog poslovnog pothvata ili projekta analizom troškova (*cost*) i koristi (*benefit*). Važna je za donošenje ispravne odluke i za korekciju projekata.

što u tim uredima obično rade ljudi bez ikakvog iskustva u poduzetništvu i na tržištu.

Na Institutu *Ruđer Bošković* osnovali su tvrtku *Ruđer* inovacije d. o. o. sa sličnom zadaćom, koja je potrošila goleme novce, nije napravila ništa i propala je.

Zaključak

Nije jednostavno stvoriti sustav koji će izvesti znanost iz “slijepe ulice”. Otpori će biti veliki i ogorčeni, jer treba stvoriti novi sustav ocjenjivanja rezultata u kojem se mnogi neće snaći. Ali, rezultati koji se mogu i moraju postići u gospodarskom razvoju opravdat će sav napor i uložena sredstva.

Literatura

- [1] Benčić, Zvonko i Hanžek, Branko: Što bi rektor Vinko Dvořák rekao o Bolonjskom procesu?, *Automatika*, 52 (2011) 1, str. 68-71.
- [2] Chrisman, J. J.; Hynes, T. i Fraser, S.: Faculty entrepreneurship and economic development: The case of the University of Calgary, *Journal of Business Venturing*, Vol. 10, No. 4, 1995., pp. 267-281.
- [3] Dabić, Marina; Švarc, Jadranka; González-Loureiro, Miguel: *Entrepreneurial Universities in Innovation-Seeking Countries, Challenges and Opportunities*, Palgrave Macmillan US; 1st ed. 2016 edition, February 24, 2016.
- [4] https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/08-02-02_01_2018.htm
- [5] Kirby, David: *Entrepreneurship*, McGraw-Hill, 2002.
- [6] Ožanić, Marijan: Od inovacija do poduzetništva, konkurentnosti i novih radnih mjesta, Zbornik radova s 26. međunarodnog elektroinženjerskog simpozija EIS 2013 NT, Šibenik, 5. – 8. svibnja 2013., sekcija Hrvatska industrijska strategija do 2020. godine.
- [7] Röpke, Jochen: *The Entrepreneurial University: Innovation, academic knowledge creation and regional development in a globalized economy*, Working Paper Department of Economics, Philipps-Universität Marburg, Germany, 15. Ed., 1998.
- [8] Shane, Scott: *Academic Entrepreneurship: University spinoffs and wealth creation*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 2004.
- [9] Singer, Saul, Senor, Dan: *Start-up nacija. Tajna izraelskog ekonomskog čuda*, Profil, Zagreb, 2014.
- [10] Švarc, Jadranka: *Gospodarstvo znanja i lokalni razvoj: posljedice za inovacijsku politiku*, HAZU, Zagreb, 2009.

Science and economy – how to leave the “dead end street”

Marijan Ožanić

Abstract: The text emphasizes the importance of connecting technical sciences and economy, and proves that science reached the highest level and achieved the best results when the results of scientific research were implemented in economy. Examples from recent history demonstrate that university professors actively participated in the development of Croatian companies and that products were based on their patents. The text illustrates that science and scientists are nowadays detached from economy to a large extent and that these two worlds share less and less mutual understanding. The focus of scientific work is often given only to writing scientific papers in order to publish them in international journals, because the system of promotion in science values only that type of work and number of citations, or the IF-factor. The author explains that this brings science to a dead end street, and, consequently, to science for science's sake. Therefore, academic entrepreneurship, or entrepreneurial university, is the missing link between science and economy and the way out of the dead end street.

Key words: science, economy, IF-factor, academic entrepreneurship, entrepreneurial university, great professors, transfer of technology.