

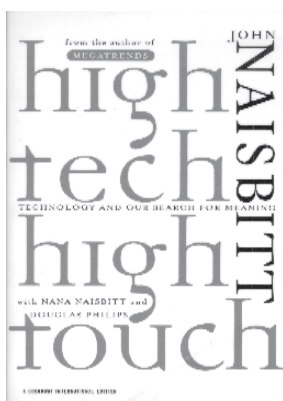
UDK:

Znanost, tehnologija, raziskave, razvoj - *publish or perish*

avtor prof. dr. dr. h.c. Niko Torelli

Ne dolgo tega smo se le neprizadeto nasmihali motu ameriških znanstvenikov. Danes utemeljeno povežemo gospodarsko in socialno rast (predvsem nova delovna mesta) z znanstvenim in tehnološkim razvojem, slednja pa z višino vlaganj v raziskovanje in razvoj v odstotkih BDP. Galvez *et al.*(2000) so objavili zanimivo razpravo o zvezi med znanstveno produktivnostjo, kot jo nakazuje število objav v mednarodnih znanstvenih revijah po kriterijih *Science Citation Index* (SCI) in razvojem. Severna Amerika in Zahodna Evropa producirata skupaj kar 70 % vseh objav. Vzhodna Evropa, kamor tradicionalno uvrščajo tudi Slovenijo, pa le 6,6 %. Še bolj je zanimivo je število objav SCI na 100.000 prebivalcev na leto: Sev. Amerika 76, Zahodna Evropa (EU) 60, Vzhodna Evropa 11 in Azijska regija 3. Posebej izstopajo Skandinavske dežele. Finska, ki nam lahko v mnogočem posluži za vzor, je 1991 "proizvedla" 85 objav na 100.000 prebivalcev, 1999 pa že 135! (Persson *et al.* 2000). Letna rast v Vzhodni Evropi ne presega 1 %. Podatkov za Slovenijo nimamo. Sodeč po deležu BDP, ki ga namenja Slovenija za raziskave in razvoj (1,4 %) utegneta biti specifična produkcija in letna rast objav večji od povprečja v Vzhodni Evropi. Pripomnim naj, da imata bibliometrija in scientometrija pomembno vlogo pri beleženju rezultatov in merjenju učinkov na gospodarski napredek in standard prebivalcev. Zanimivo je primerjati

število objav na leto na 100.000 prebivalcev z bruto družbenim produktom na prebivalca in deležem



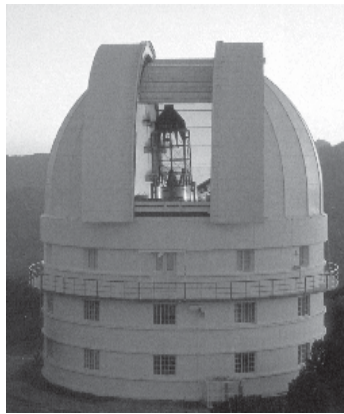
skupnih vlaganj v raziskave in razvoj. Tako sta imeli Švedska in Finska l. 1999 160 oz. 135 objav na 100.000 prebivalcev. Njun bruto družbeni produkt na prebivalca je bil pribl. 25.000 \$, delež skupnih vlaganj v R&D pa je znašal skoraj 4 %. Primerljivih podatkov Slovenci še nimamo. Publicistična produkcija je gotovo znatno nižja in je najverjetneje v smiselni korelaciji z bruto družbenim produktom na prebivalca (pribl. 10.000\$) in skupnimi vlaganji namenjenim za raziskave in razvoj (1,4 %). Zveza v grobem velja, vendar ni enostavna. Zavedati se moramo, da pomembne raziskave zaradi različnih interesov mnogokrat niso objavljene, pa tudi vse raziskave ne donajajo enako k ekonomskemu razvoju. Zdi se, da so nekdanje kolonialne velesile, pa države, ki so dolgo časa živele v relativnem miru, kot tudi države brez tota-

litarnih režimov, v prednosti, prav tako dežele brez nerazvitih področij z visokim BDP, brez hiperpopulacije in žarišč revščine itd, itd.

Skoraj gotovo drže zadnje trditve, ostale pa le delno ali sploh ne. Tako so totalitarni režimi spodbujali znanost in tehnologijo v vojaške namene (Nemčija, Japonska, ZDA). Znanost jim je mnogokrat nehote pomagala (A.Einstein). Končajmo nekoliko bolj šaljivo in pomenljivo!. Če bi prisluhnili poslovljnemu govoru Harryja Limeja v filmu "Tretji človek" (*The Third Man*), ki si ga lastita Graham Greene in Orson Welles, bi celo začeli verjeti, da vojna in teror prinašata znanstveni in kulturni napredek: "V času tridesetletne vladavine Borgijcev sta v Italiji vladali teror in nasilje in ... rodili so se Michelangelo, Leonardo da Vinci in renesansa. V Švici so živeli v bratski ljubezni, pet stoletij uživali demokracijo, ljubezen in kaj so naredili ...? Uro s kukavico". Zlobna namigovanja niso na mestu ... Eno pa je gotovo. Nič ne more ustaviti človekove radovednosti. Ta se med drugim kaže v objavah.

MŠZŠ spremlja znanstveno produktivnost raziskovalcev in univerzitetnih učiteljev. Prav zdaj je pod drobnogledom publicistična dejavnost programskih skupin, njihovih vodij in sodelavcev Osnova za oceno je število znanstvenih objav, posebej tistih v mednarodnih revijah, ki jih beleži multidisciplinarna baza podatkov SCI. Publicira jo *Inštitut za znanstvene*

informacije (Institute for Scientific Information, ISI). Indeksira pribl. 5 700 najpomembnejših znanstvenih časopisov z več kot 150 znanstvenih področij. Predpogoj za uvrstitev na indeks je poleg visoke znanstvene vrednosti tudi vsaj angleški naslov, abstrakt in ključne besede. Mnenje, da revije SCI niso odprte za objave s področja lesarstva ne drži in utegne nazadnje zbuditi še dvom v obstoj lesarske znanosti. Vzpodbudno je, da je vse več lesarjev - univerzitetnih učiteljev in raziskovalcev - objavljajo svoje prispevke v revijah, ki jih indeksira SCI. Prav tako ne drži, da te revije objavljajo predvsem čisto, neuporabno znanost, tj. rezultate osnovnih (temeljnih, bazičnih, fundamentalnih) raziskav. Nasprotno, prevladuje uporabna ali aplikativna znanost, tehnologija in razvoj. Res pa je, da je včasih težko ločiti obe veji znanosti, če ju je sploh treba. Luis Pasteur je nekoč izjavil: "Aplikativne znanosti ni, obstaja le aplikacija znanosti". Če pa bi nekdo le hotel po vsej sili ločiti bazične od aplikativnih raziskav, potem vam ponujam dve duhoviti definiciji bazičnih raziskav. Werner von Braun, nemško-ameriški raketni znanstvenik, ki je odločilno pripomogel k pristanku človeka na Luni: "Bazične raziskave so to, kar počnem, ko ne vem kaj počnem." (Le kaj bi porekla na to naša ministrica!?) Homer Adkins je neuporabnost in brezcilnost bazičnih raziskav objasn timerakole: "... kot bi izstrelil puščico v zrak in narisal tarčo tam, kjer je priletela na tla." Teoretične raziskave imenujejo Angleži kar *blue-sky project*. Delitev na čiste in aplikativne raziskave je včasih zelo negotova. Ko je nekoč Gladstone vprašal Faradaya, kakšno korist si lahko obetamo od elektrike, je dobil zgodovinski odgovor: *One day Sir you may tax it*. ("Nekega dne jo boste lahko obdavčili"). Enako slavni Rutherford,



odkritelj jedra, ni bil tako samoza-vesten in vizionarski: "Vsak, ki pričakuje energijo iz transformacije atomov, sanjari" (... is taking moonshine). Pomen uporabne znanosti je najlepše označil Bertold Brecht v 14. sceni *Galilejevega življenja (Leben des Galilei)*: "... edini cilj znanosti je ta, da olajša mukotrpnost človekove eksistence." Sir Alan Cottrell z univerze v Cambridgeu je nekoč zapisal: "V središču naravoslovja so temeljne znanosti; to je razmeroma majhno srce, ki leži v središču veliko večjega telesa, uporabnih znanosti ... Velika večina znanstvenikov se ukvarja s tehnologijo, t.j. z uporabo znanosti. Uporabna znanost pove, kaj se da napraviti, tehnologija pokaže, kako se to napravi, nobena pa ne pove, kaj je treba napraviti".

Tehnologija je torej uporaba znanstvenih dognanj za praktične namene človekovega življenja. V ožjem smislu predstavlja tehnologija tehnično metodo doseganja praktičnih ciljev. Lahko bi jo označili tudi kot prakso uporabne znanosti s praktično vrednostjo in/ali možnostjo industrijske rabe.

Iz definicij je jasno, da uporabne in tehnološke raziskave financirajo podjetja, medtem ko bazične raziskave praviloma financira vlada, saj so pomembne za družbo kot celoto.

Ekonomisti zato bazično znanost imenujejo kar *public good* ("javno dobro"). V posebnem položaju so

aplikativne raziskave s področja okolja. Plačuje jih lahko le vlada.

Nekoga utegne zмести pojem *raziskave in razvoj* angl. *Research and development* ali kratko R&D. Tudi sestavljenci novega *Zakona o Raziskovalni in razvojni dejavnosti* so (bili) v dilemi ali naj ga raje poimenujejo *Zakon o Znanosti in tehnologiji*. Razlika je le navidezna, saj z *raziskovanjem* označujemo znanstvene postopke za pridobivanje novega znanja in spoznanj. Raziskave pa so -kot vemo- bazične ali aplikativne. Kaj je *razvoj*? Po uradni definiciji za R&D, ki velja za vse zvezne agencije v ZDA (cirkular *A-11 Office of Management and Budget (OMB)*) je *razvoj* "sistematična uporaba znanja za proizvodnjo koristnih materialov, naprav, sistemov ali metod, vključno z oblikovanjem, razvijanjem in izboljšavo prototipov in novih procesov, ki ustrezajo specifičnim potrebam". Vidimo, da se tudi pojma *razvoj* in *tehnologija* povsem ne prekrivata, vendar gre v obeh primerih za uporabo znanja. Če govorimo o raziskavah, mislimo seveda na znanstvene raziskave, zato lahko epiteton "znanstveni" izpustimo.

Kaj je *lesarska znanost*? Je znanje o lesu, dokazano z opazovanjem in eksperimentom, in kritično preverjeno v skladu s splošnimi principi. *Lesne raziskave* so sistematične, z znanstvenimi metodami izvajane raziskave lesa, njegovih resursov, priprave, predelave, plemenitenja, uporabe, zaščite, nege, itd. *Lesno tehnologijo* lahko definiramo kot prakso aplikativne lesarske znanosti in spremljajočih znanosti s praktično vrednostjo, predvsem za industrijsko rabo na mehanskem področju (*lesna mehanska tehnologija*) in kemičnem področju (*kemična lesna tehnologija*). Za današnjo znanost in tehnologijo oz. R&D je značilen trend rasti usmerjenih ali programiranih

raziskav z vnaprej določenim namenom in cilji (programi MŠZŠ in ciljni raziskovalni programi (CRP) ministrstev).

O angleščini kot prvem jeziku znanstvenikov pa tako ali nihče ne dvomi več. Prav lahko se zgodi, da imata nemška ali japonska revija v domačem jeziku le naslovnico, vsi članki pa so angleški. Znanost postaja globalna in ne pozna meja. "Pooling" znanstvenih naporov in materialnih resursov je neizogiben. Pomembnih člankov z enim samim avtorjem je zelo malo. Prevladujejo članki s 3-4 avtorji, kar je odraz skupinskega dela. Tudi članki s po deset avtorji niso več redkost in v nekaterih znanostih celo prevladujejo. Značilno je, da polovica objav znanstvenikov iz razvijajočih se dežel nastane v sodelovanju z razvitimi deželami.

Kako prepoznamo znanstveno delo? Ima značilno zgradbo: ozadje, postavitev problema oz. cilja, material in metodo, rezultate in diskusijo, sklepe in morda poziv po nadaljnjih raziskavah. Vsaka temeljita raziskava sproži tudi nova vprašanja. "Rezultat vsake resne raziskave je lahko le to, da se tam, kjer je bilo prvotno eno samo vprašanje, zdaj porajata dve." (Thorstein Veblen). Bolj skeptičen je bil G.B. Shaw: "Znanost se vselej moti. Nikoli ne reši problema, ne da bi ustvarila deset novih." Pomembnost raziskave nakazuje kasnejša citiranost. Sicer pa "pomen znanstvenega dela lahko merimo s številom predhodnih publikacij, ki jih poslej ni treba več brati" (David Hilbert).

Slovenija se zelo uspešno vključuje v mednarodno sodelovanje. Imamo dolgoletne izkušnje v raziskovalno-razvojnih programih EU (Okvirni programi 3, 4, 5, COST, EUREKA, COPERNICUS, PECO, TEMPUS, ACE). S 176 projekti je bila Slovenija

poleg Estonije daleč najuspešnejša država med kandidatki za vstop v EU. V skladu z Lizbonskim dokumentom naj bi EU postala "najbolj konkurenčno in dinamično gospodarstvo v svetu, temelječe na znanju, sposobno trajnostne gospodarske rasti z več in boljšimi delovnimi mesti in večjo socialno kohezijo". Zaradi boljše integracije in koordinacije raziskovalno razvojnih aktivnosti držav članic z namenom doseganja čim boljše učinkovitosti in inovativnosti ter optimalnih pogojev za delo najboljših raziskovalcev je bil pripravljen koncept skupne evropske raziskovalne politike imenovan *Towards a European Research Area (ERA)* ("Na poti k skupnemu Evropskemu Raziskovalnemu Območju"). 22. aprila nas je obiskal evropski komisar za raziskave Philippe Busquin in nas pohvalil: "Dobri učenci so lahko še boljši". Poudaril je tudi, da je nastanek ERA možen le ob sprotne gospodarskem uresničevanju raziskovalnih idej. Ni pozabil omeniti, da je internet nastal kot evropski raziskovalni dosežek.

Moderna informacijska tehnologija omogoča hiter in splošen dostop do literature. Mukotržno in mnogokrat neuspešno zbiranje literature, ki je v preteklosti redno bremenilo začetek raziskav, je praktično odpadlo. Kritika je neusmiljena. Odmevnost naših raziskav se meri s številom citatov. "Nič več ne bo tako, kot je bilo" je ob osamosvojitvi rekel predsednik, tudi v znanosti ne ... Delo oz. nedelo kritikstrov je hitro in enostavno preverljivo. Idealnega bralca, kot ga je predvidel Anthony Burgess že dolgo ni več ("... zaplankan zadrtež, kratkoviden, slep za barve, naglušen, ki je bral iste knjige kot jaz in je obvezno moje starosti"). Sodobni znanstvenik je razgledan, radoveden, mobilni, ambiciozen, kooperativen, včlanjen v mednarodna znanstvena združenja, ima

internet, "ve več in več o manj in manj" (N.M. Butler) in ... je mlad, četudi le po srcu.

Doktorat že dolgo ni več zadnji zdihljaj ostarelih asistentov, temveč zadnji izpit uspešnega študija. Uresničujejo se besede Arthurja C. Clarka: "Če postaran, vendar uveljavljen znanstvenik, trdi, da je nekaj mogoče, ima skoraj gotovo prav, vendar če trdi, da je nekaj nemogoče, se skoraj gotovi moti" Angleški šaljivci zatrjujejo, da za kariero znanstvenika in univerzitetnega učitelja že dolgo ne zadostuje več le članstvo v MAS (*Mutual Admiration Society with a membership of two* "Družba medsebojnega občudovanja z dvema članoma").

Globalizacija ... Lesarska srenja se hitro prilagaja novim pogojem. Imamo dober, resda maloštevilni, znanstveni naraščaj, kar je vsekakor zasluga projekta "Mladih raziskovalcev MŠZŠ", morda najuspešnejšega projekta mlade slovenske države. Kako naprej? Z latinskim motom seveda *Nulla dies sine linea* "Noben dan brez poteze/črte", kot je Plinij Starejši povzel maksimo slikarja Apela.

Veliki dramatik Bertold Brecht je v svojem "Galilejevem življenju" (*Leben des Galilei*) izjavil: "Znanost pozna le eno zapoved: prispevek k znanosti!"

Reference:

1. Gálvez, A., Maqueda, M., Martínez-Bueno, Valdivia, E. 2000. Scientific publication trends and the developing world. *American Scientist* 88(6):526-533.
2. Persson, O., Luukkonen, T., Hälikkää 2000. A bibliometric study of Finnish science. Working paper 48/00.