

DELOVANJE MEŠANE RAZISKOVALNO RAZVOJNE SKUPINE NA PODROČJU HIBRIDNE DEBELOPLASTNE MIKROELEKTRONIKE

Darko Belavič
HIPOT, Šentjernej, Slovenija

Ključne besede: mikroelektronika, tehnologije hibridne debeloplastne, R&D raziskave in razvoji, prenos tehnologij, sodelovanje raziskovalcev znanstvenih in industrije, skupine mešane znanstveno raziskovalno razvojne, pregled kronološki, delo teamsko

Povzetek: V prispevku je predstavljen primer uspešnega sodelovanja raziskovalcev iz industrije (velikost majhnega oz. srednjega podjetja) in iz javnih raziskovalnih inštitucij. Sodelovanje poteka v obliki mešane raziskovalno razvojne skupine na področju hibridne debeloplastne tehnologije med industrijskim partnerjem HIPOT-HYB Tovarna hibridnih vezij d. o. o., Šentjernej in raziskovalnim partnerjem Institutom "Jožef Stefan", Ljubljana. Opisana je kratka kronologija tega sodelovanja skozi preteklo obdobje ter trenutno stanje in rezultati skupnega dela. Dosedanji uspehi so predvsem posledica tesnega sodelovanja med raziskovalci, razvojniki in tehnologi ter poznavanja industrijskih problemov na eni strani in raziskovalnih zmožnosti na drugi strani. Na osnovi omenjenega, je mogoče pripraviti kvalitetne raziskovalne projekte, jih organizirati in izvajati z uigranimi projektnimi timi. Rezultati takih raziskovalnih projektov imajo običajno večjo stopnjo izkoristka v učinkovitejših razvojnih projektih in pri prenosu tehnologij v proizvodno okolje. Vse skupaj pa je lahko brez učinka, če zunanje okolje ni naklonjeno sodelovanju raziskovalne sfere in industrije.

Activities of Joint Research and Development Group on Hybrid Microelectronics

Keywords: microelectronics, hybrid thick film technology, R & D, Research and Development, technology transfer, collaboration of researchers and industry, R&D mixed groups, Research and Development mixed groups, chronological survey, workteam approach

Abstract: An example of the successful cooperation between researchers from SME (small or medium enterprises) and from research institutions is described. Industrial partner is HIPOT-HYB Production of hybrid circuits, Šentjernej while the main research partner is Jožef Stefan Institute, Ljubljana. The cooperation was established as a mixed (i.e., researchers from industry and Institute) research group 25 years ago. Short chronology of this collaboration in the past 25 years and some more important results of research and development are presented. The successful work was based mainly on good relations between partners in research, development and technology; research possibilities at the Institute, and good understanding of problems in hybrid circuits production. The continuous support of managers must also be emphasised. All this allowed researchers and technologists to determine the problems which appear in the industry and seek out appropriate solutions based on industrial needs and accumulated knowledge in the research sphere. This enabled both the more effective planning of the projects as well as effective technology transfer from research and development laboratory to the production. The national technology development policy was and still is one of the most important factors which influence both successful research work and technology transfer.

Uvod

Urednik tematske številke revije Raziskovalec mi je zaupal prijetno dolžnost, da lahko širši raziskovalni javnosti predstavim primer dolgoletnega delovanja mešane raziskovalno razvojne (RR) skupine na področju hibridne debeloplastne mikroelektronike.

Mešana RR skupina združuje raziskovalce iz raziskovalne inštitucije ter raziskovalce in razvijalce iz industrijskega podjetja velikosti majhne oz. srednje velike družbe. Omenjeni primer je sodelovanje Odseka za keramiko na Institutu "Jožef Stefan" in Raziskovalne skupine HIPOT z industrijskim partnerjem HIPOT-HYB, Tovarna hibridnih vezij d. o. o., Šentjernej.

Kot avtor prispevka imam namen opisati konkreten primer sodelovanja raziskovalne sfere in industrije, nimam pa kompetenc in potrebnih informacij, da bi svoj prispevek razširil na splošni nivo sodelovanja industrije in znanstveno raziskovalne sfere v Sloveniji. Upam, da prispevek ne bo izzvenel preveč specifično, ker primer morda ni tipičen za razmere, ki vladajo med znanostjo in industrijo v Sloveniji.

Prispevek začnem s kratkim opisom tehnologije, nadaljujem s kronološkim pregledom, z opisom industrijskega partnerja, s trenutno obliko sodelovanja in s prikazom rezultatov raziskovalno razvojnega delovanja ter končujem s perspektivo nadaljnjega delovanja mešane RR skupine.

Kretek opis tehnologije

Debeloplastna hibridna tehnologija je ena izmed mikroelektronskih tehnologij in je glede na stopnjo integracije postavljena med monolitna integrirana vezja (t. i. čipi) in tiskana vezja. Vse omenjene tehnologije se neprestano razvijajo in na ta način medsebojno vplivajo druga na drugo.

Hibridna debeloplastna tehnologija po eni strani predstavlja alternativo elektronskim vezjem na tiskaninah, kot tudi monolitnim integriranim vezjem. Po drugi strani, kar je velikokrat pomembnejše, pa je komplementarna z obema omenjenima tehnologijama. Debeloplastna hibridna tehnologija omogoča povezovanje integriranih vezij in ostalih elektronskih komponent na keramičnem substratu, oziroma omogoča uporabo v tej tehnologiji

izdelanega vezja, na tiskanem vezju. Poleg tega je debeloplastna tehnologija ena izmed prevladujočih tehnologij za izdelavo senzorjev in/ali pripadajoče elektronike za obdelavo senzorskega signala.

Z vidika tehnološkega procesa je to tehnologija, ki z metodo sitotiska, sušenja in žganja debeloplastnih plasti, integrira na keramičnem substratu (Al_2O_3) prevodne plasti, izolacijske plasti in upore. Ime hibridna pa dobi potem, ko z različnimi metodami pritrjevanja (spajkanje, lepljenje, bondiranje) dodamo diskretne aktivne in/ali pasivne komponente (integrirana vezja, transistorje, kondenzatorje, razne induktivne komponente,...).

Kronološki pregled

Že leta 1969 so se v podjetju Iskra Elementi odločili za hibridno debeloplastno tehnologijo. Izbrali so nosilne naloge, mu omogočili študij in proučevanje te tehnologije in ga poslali na specializacijo v Veliko Britanijo. Kasneje so se skupaj z Odsekom za keramiko na Institutu "Jožef Stefan" odločili in leta 1972 ustanovili mešano RR skupino v okviru Odseka za keramiko. Leta 1973 je podjetje Iskra Elementi predalo iniciativo svoji hčerinski firmi Iskra IEZE Uporovni elementi (kasneje Iskra IEZE HIPOT in sedaj HIPOT-HYB) iz Šentjerneja. V letu 1974 so se v RR skupini na Institutu "Jožef Stefan" začela občasna izpopolnjevanja sodelavcev, ki so kasneje zavzemali ključna mesta v tehnologiji in razvoju pri omenjenem industrijskem partnerju. Hkrati je bilo razvitih tudi nekaj izdelkov za industrijskega partnerja. V Šentjerneju se je leta 1975 že začela proizvodnja. V naslednjem letu je bila razvita družina hibridnih debeloplastnih vezij za telekomunikacije, kateri je sledila masovna proizvodnja. Leta 1977 so se začeli uporabljati elementi za površinsko montažo na hibridnih vezjih. Pri industrijskem partnerju pa se je začela pripravljati naložba, ki se je leta 1979 zaključila z otvoritvijo novih proizvodnih prostorov.

Leta 1980 so bila razvita in izdelana prva večplastna hibridna vezja z bondiranimi golimi silicijevimi tabletami in v hermetičnem ohišju, leta 1982 pa družina hibridnih vezij za prenosne sprejemno-oddajne radijske postaje, kjer se je uporabljala mešana tehnologija spajkanja in bondiranja, ki se je leta 1984 prenesla v proizvodnjo. To leto je industrijski partner izpeljal tudi pomembno naložbo v opremo. Oboje je bilo osnova za razvoj senzorja tlaka za invazivno merjenje krvnega tlaka v letu 1986, ki je bil v letih 1987 in 1988 prenešen v proizvodnjo. Po naložbi v opremo, se je začela velikoserijska proizvodnja senzorja tlaka. Naslednje generacije omenjenega izdelka so še danes nosilni produkt pri industrijskem partnerju.

V začetku devetdesetih let se je začel industrijski partner reorganizirati, tako da je prevzemal večino razvojnega dela in prepuščal RR skupini le raziskovalno delo in zahtevnejše razvojno delo. Reorganizacija je nastala zaradi spremenjenih pogojev poslovanja in zaradi priprav na standard ISO 9001, ki je bil pridobljen leta 1993.

Tudi mešana RR skupina je sledila prej omenjenim spremembam, s svojim delom razvila v sredini devetde-

setih let tehnologije za novo generacijo hibridnih debeloplastnih vezij in s tem pomagala industrijskemu partnerju pri prodoru na zahtevnejše zahodno evropsko tržišče. Hkrati je RR skupina začela raziskovati na področju debeloplastnih tehnologij in materialov za izdelavo senzorjev, kar je postala nova strateška usmerjenost industrijskega partnerja.

Ker za delovanjem mešane RR skupine stojijo ljudje, bi bil kronološki pregled osiromašen, če ne bi omenil njihovih imen (že vnaprej se opravičujem, ker nisem imenoval vseh), ki so zaznamovali delo in obstoj skupine. Na prvem mestu je Franc Jan, saj je prvi začel delati ne tej tehnologiji in bil vodja skupine do upokojitve leta 1994, sledijo mu sodelavci, ki so bili ali so še člani skupine. Mešana RR skupina je imela pomembno zunanjo podporo in sicer na Institutu "Jožef Stefan" profesor dr. Drago Kolar; na Ministrstvu za znanost in tehnologijo (MZT) oz. prej na Raziskovalni skupnosti Slovenije (RSS) na začetku Lovro Rešek in kasneje vsi, ki so podpirali povezavo znanosti z industrijo; iz združenega podjetja Iskra mag. Milan Slokan; iz podjetja Iskra IEZE Igor Pompe; iz podjetja Iskra IEZE Uporovni elementi (kasneje Iskra IEZE HIPOT in sedaj HIPOT-HYB) pa Božidar Pavlin in Janez Alič ter direktorji Ludvik Simonič, Franc Baznik in Jože Colarič.

Industrijski partner

Industrijski partner mešane RR skupine je družba HIPOT-HYB Tovarna hibridnih vezij d.o.o., Šentjernej. Družba je bila ustanovljena 1.4.1991 in je ena od naslednic Iskre IEZE HIPOT (prej Iskra IEZE Uporovni elementi). Družba HIPOT-HYB je proizvajalec hibridnih debeloplastnih vezij ter medicinskih in industrijskih senzorjev tlaka.

HIPOT-HYB ima zaposlenih 123 delavcev, ki delajo v prostorih s skupno površino 1.000 m². Proizvodni prostori so primerno urejeni, klimatizirani in antielektrostatično opremljeni. V določenih prostorih je stopnja čistoče pod 10.000 delcev/m³. Poslovni proces je organiziran po zahtevah standarda ISO 9001, medicinski senzorji tlaka pa še po priporočilih GMP. Oprema, ki je v lasti HIPOTa, zadošča za obstoječo proizvodnjo, vendar jo bo potrebno do leta 2000 posodobiti zaradi usklajenosti s svetovnimi trendi oziroma konkurenco, v smislu zagotavljanja kakovosti in produktivnosti.

HIPOT HYB ima vzpostavljen sistem zagotavljanja kakovosti v skladu s standardom ISO 9001. Certifikat ISO 9001 je pridobila leta 1993 od renomirane nemške firme DQS, ki vsako leto opravi presojo skladnosti s standardom. Dejavnosti zagotavljanja kakovosti so načrtovane v letnih planih, kjer so določeni cilji, sredstva in akcije. Poudarek je na strokovnem usposabljanju zaposlenih s ciljem stalnega izobraževanja na področju zagotavljanja kakovosti izdelkov, proizvodnih procesov, poslovnih funkcij in poslovne uspešnosti družbe. Marca 1997 je družba pridobila status dobavitelja koncerna VW-Audi, kar je dokaz o uspešnosti zastavljene politike obvladovanja kakovosti v družbi.

Proizvodnja z ekološkega vidika ne predstavlja večjih obremenitev in nevarnosti za okolje in prostor. Del eko-

loško oporečnih materialov se odproda kot sekundarno surovino, del pa se pošlje v reciklažo. Proizvodni program družbe tudi ni energetsko potraten. Osnovni energent je električna energija, katere letna poraba je približno 900 kWh.

HIPOT-HYB trži pretežno na razvitih zahodnih trgih, kjer ustvari 75% prihodkov od prodaje. Vrednost prodaje je v letu 1996 znašala 9,17 mio DEM, v letu 1997 pa je načrtovana v višini 10,7 mio DEM. V poslovnem načrtu družbe do leta 2002 je podvojitve prihodka. Najpomembnejši trgi so Nemčija (65%) in Slovenija (25%), ostali delež pa se proda v Avstrijo, Italijo in ZDA. V programski strukturi je najpomembnejši program medicinskih senzorjev tlaka s 60% deležem, sledijo hibridna debeloplastna vezja s 37% deležem, 3% delež pa je leta 1997 predstavljal nov program industrijskih senzorjev tlaka.

Strategija nadaljnjega razvoja družbe HIPOT-HYB temelji predvsem na povečanju deleža senzorike (medicinski senzorji tlaka za ameriško tržišče, industrijski senzorji tlaka itd.) in vpeljavi novega programa elektronskih komponent za avtomobilsko industrijo. Pri programu hibridnih debeloplastnih vezij po naročilu pa se predvideva manjša rast.

Za izpeljavo omenjene strategije nadaljnjega razvoja družba HIPOT-HYB načrtuje:

- Intenzivno razvojno raziskovalno dejavnost, povezano z znanstveno raziskovalnimi inštitucijami v Sloveniji in tujini.
- Vlaganje okoli 10% celotnega prihodka v RR dejavnost.
- Nadaljnjo uvajanje poslovnih standardov
- Širitev mreže trženja
- Naložbe, ki bodo v obdobju do leta 2000 s približno 1,5 mio DEM obnovile tehnološko proizvodne sposobnosti na konkurenčni nivo.

Mešana RR skupina

V okviru Odseka za keramiko na Institutu "Jožef Stefan" deluje na področju debeloplastne tehnologije in materialov že od leta 1972 mešana RR skupina. Skupina združuje strokovnjake za materiale in elektroniko in je tesno povezana z industrijskim partnerjem HIPOT-HYB Tovarna hibridnih vezij d. o. o., Šentjernej. RR skupino sestavljamo sodelavci, ki prihajamo iz industrije (trenutno smo trije iz RR skupine HIPOT) in trije sodelavci z Instituta "Jožef Stefan". RR skupina se na projektih močno povezuje tudi z ostalimi raziskovalci na Odseku za keramiko in tudi širše na Institutu "Jožef Stefan". Projektno ali programsko sodelovanje pa je vzpostavljeno tudi z drugimi institucijami v Sloveniji (Fakulteta za elektrotehniko Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, Iskratel, Kranj...) in v tujini (Ecomedis Altenberge, Tehnična univerza Budimpešta, Politehnična univerza Bukarešta, IMEC Gent, TWI Cambridge, Tehnična univerza Brno, Tehnična univerza Dunaj, SDM, Kalifornija...).

RR skupina je dejavna na področjih:

- Raziskave debeloplastnih materialov, substratov, polimernih materialov, itd.
- Zasedovanje in proučevanje trendov v hibridni tehnologiji ter preiskovanje novih tehnologij in materialov.
- Uvajanje novih tehnologij oziroma tehnoloških procesov v proizvodnjo.
- Proučevanje in preskušanje postopkov in materialov za pritrjevanje diskretnih komponent
- Razvoj novih izdelkov (hibridna vezja in senzorji) in prenos v proizvodnjo.
- Sodelovanje s tehnologi v proizvodnji na tekoči problematiki ter občasno ali stalno kontrolo tehnoloških procesov.
- Mednarodne dejavnosti.
- Publiciranje in sodelovanje na domačih in tujih konferencah.

Poleg naštetih dejavnosti so se v RR skupini vzgajali kadri (do sedaj deset tehnologov oz. razvijalcev), ki so po osvojenem programu izobraževanja skupaj s tehnologijo prešli k industrijskemu partnerju. Trenutno sta v skupini dva mlada raziskovalca, eden član skupine, drugi pa zaposlen pri industrijskemu partnerju.

Rezultati

Rezultati dejavnosti mešane RR skupine s področja hibridne debeloplastne tehnologije v minulih 25 letih so:

- preko sto publikacij
- en patent
- štiri inovacije in enajst tehničnih izboljšav
- tri državna priznanja
- razvoj preko 700 prototipov hibridnih debeloplastnih vezij
- prenos preko 400 prototipov v proizvodnjo
- vključenost RR skupine v mednarodno znanstveno in strokovno dogajanje.

Omenjeni rezultati so posledica dolgoletnega uspešnega sodelovanja med obema partnerjema. Tako sodelovanje pa je lahko nastalo, ker so v industriji razumeli, da potrebujejo raziskovalno dejavnost, ki jo sami ne morejo opravljati in ker so se raziskovalci odločili, da del svojih raziskav vežejo na potrebe industrije. Pri sodelovanju je pomemben dejavnik tudi odprtost in dobri medčloveški odnosi. In ne nazadnje je pomembna tudi podpora zunanjih dejavnikov, kot so MZT (prej RSS), v preteklosti združeno podjetje Iskra in Iskra IEZE, vodje raziskovalnih inštitucij in skupin, direktorji industrijskega partnerja, itd. Tesno sodelovanje med raziskovalci, razvojniki in tehnologi, poznavanje raziskovalnih možnosti in industrijskih problemov, omogoča na eni strani prepoznavanje in artikuliranje potreb industrijskega partnerja, in na drugi strani iskanje potrebnih znanj v raziskovalni sferi. Na osnovi omenjenega je mogoče pripraviti kvalitetne raziskovalne projekte in jih organizirati in izvajati z uigranimi projektnimi timi. Rezultati takih raziskovalnih projektov pa imajo običajno večjo stopnjo izkoristka pri pripravi boljših razvojnih projektov in pri učinkovitejšem prenosu tehnologij v proizvodno okolje.

Da tako sodelovanje vpliva tudi na kvaliteto raziskovalnega dela, govori naslednja zgodba. Jugoslovanska ljudska armada je v času SFRJ konkurenčnemu laboratoriju v Banja Luki financirala opremo, nakup licence in izobraževanje kadrov v ZDA. Kasneje se je izkazalo, kar so priznali z naročilom pomembnih projektov, da je bila naša RR skupina korak pred omenjeno konkurenco. S skromnejšo opremo, vendar s svojim znanjem, smo bili takrat tehnološko bolje usposobljeni, kar pripisujem predvsem dvema stvarima. Delovanju skupine v raziskovalnem okolju na Institutu "Jožef Stefan" ter sodelovanju raziskovalcev z industrijskim partnerjem, ki je zaradi svojih potreb postavljaj raziskovalcem vedno nove in nove izzive.

Perspektive

Prilagodljivim pripada prihodnost!

Z nenehnim razvojem tehnologije se mora spreminjati tudi vsebina raziskovanja naše mešane RR skupine, vendar oblike sodelovanja z industrijskim partnerjem ni potrebno bistveno spreminjati. Vsebinsko pa mora biti širina in usmerjenost raziskovanj - lahko bi rekli strategija za raziskave in razvoj - skrbno pretehtana, predvsem v luči treh vidikov. Prepoznavanje bistvenih raziskovalnih, tehnoloških in tržnih trendov, določitev raziskovalnih potreb in upoštevanje sposobnosti partnerjev.

Pri pripravi usmeritev RR skupine je še najlažje izpolniti prvi del. To je zasledovanje in prepoznavanje raziskovalnih, tehnoloških in tržnih trendov. Na kratko lahko omenim, da so tehnološki trendi na področju hibridne debeloplastne tehnologije naslednji:

- večanje gostote povezovanja z uporabo novih tehnologij
- novi postopki za pritrjevanje diskretnih komponent
- cenejši materiali ter cenejši in manj občutljivi tehnološki procesi za nekatere aplikacije
- novi kvalitetnejši materiali za nekatere aplikacije
- večanje zanesljivosti delovanja
- uporaba tehnologije na področjih senzorike ter močnostne in mikrovalovne elektronike
- nadaljnji pritisk regulative s področja varstva okolja

Drugi del (določitev raziskovalnih potreb), pri pripravi usmeritev RR skupine, je v veliki meri vezan na strateško usmerjenost industrijskega partnerja. V manjši meri pa predstavlja raziskovalno svobodo same RR skupine.

Težave se pokažejo pri tretjem delu priprave usmeritev RR skupine. Težava ni v tem, da ne bi znali narediti analize sposobnosti, ampak ta analiza pokaže na probleme, ki bodo prej ali slej imeli resne posledice. Najbolj pereč tak problem je obnavljanje opreme za obstoječo tehnologijo in nabava opreme za nove tehnologije ter tudi kadrovske težave v RR skupini in pri industrijskem partnerju.

Glede opreme si za ilustracijo dovolim skok v preteklost. V preteklem obdobju je RR skupina redno posodabljal opremo s pomočjo industrijskega partnerja in Raziskovalne skupnosti Slovenije. Kronologija večjih investicij, kot so bile pri prenosu tehnologij v industrijo, pa je

naslednja. Leta 1979 je Raziskovalna skupnost Slovenije sokreditirala nakup opreme v približni vrednosti 1 mio DEM pri prenosu tehnologije z Instituta "Jožef Stefan" v Iskro IEZE Uporovni elementi. Leta 1984 je Mednarodna finančna korporacija (IFC) odobrila kredit v približni višini 2 mio USD za nakup opreme za razširitev proizvodnje v Iskri IEZE Uporovni elementi. Leta 1988 je ponovno Raziskovalna skupnost Slovenije kreditirala nakup opreme v približni višini 0,7 mio DEM pri prenosu tehnologije senzorjev tlaka z Instituta "Jožef Stefan" v Iskro IEZE HIPOT. Poudarjam, da so bile vse te naložbe gospodarno izpeljane in vsi omenjeni krediti vrnjeni. Prepričan pa sem, da brez omenjenih naložb ne bi uspel še tako dobro pripravljen projekt prenosa tehnologije v industrijo.

Čas "tranzicije" (od začetka devetdesetih let dalje) sta RR skupina in industrijski partner preživela brez večjih naložb, zato je današnje stanje na področju opreme kritično. Če RR skupina ne bo investirala v opremo za nove tehnologije, se lahko zgodi, da ne bo več zanimiva za raziskovalno okolje doma in v tujini. Večje posledice pa so lahko za industrijskega partnerja, saj mu že sedaj njegovi potencialni poslovni partnerji očitajo iztrošenost opreme. Večja naložba je seveda opravičljiva le z realizacijo novih projektov, ki pa so običajno vezani ravno na poslovne partnerje. Torej bi potrebovali t.i. rizičen kapital oziroma ugodne kredite za uspešno raziskovalno delo ter za prenos in vpeljavo novih tehnologij v proizvodnjo.

Kaj pa kadri? Pri dosedanjih prenosih tehnologije je industrijski partner preusmeril ali na novo zaposlil ustrezne kadre, ki so se nekaj časa usposabljali v okviru RR skupine in potem skupaj z novo tehnologijo prešli v proizvodno okolje. Sedanje kadrovske stanje industrijskega partnerja pa je takšno, da komaj pokriva tekoče razvojne in tehnološke potrebe. Pri tem pa novo zaposlovanje skoraj ni možno, niti pri industrijskem partnerju, niti pri raziskovalnem partnerju. Še slabšo kadrovsko sliko je v zadnjih letih preprečilo Ministrstvo za znanost in tehnologijo s sofinanciranjem nekaterih RR projektov in mladih raziskovalcev. Zato se v imenu RR skupine najlepše zahvaljujem Ministrstvu za znanost in tehnologijo, saj je zmanjšalo osip RR skupine in zavrlo odhod raziskovalcev iz industrije.

Zaključek

Primer, ki sem ga opisal v prispevku, verjetno ni tipičen za slovenske razmere, vendar je v našem primeru uspešen. Mislim pa, da je to primeren način raziskovalno razvojnega delovanja za majhna in srednja industrijska podjetja, ki si ne morejo privoščiti lastne raziskovalno razvojne dejavnosti zaradi drage opreme in potrebne kritične mase kadrov. Na drugi strani, lahko iz izkušenj trdim, da domači ali tuji raziskovalci radi delajo na dobro definiranem problemu iz industrije. Pri tem pa je velikokrat pomembno, da je med raziskovalnim in industrijskim partnerjem vmesni člen, ki razume obe strani. Zato imajo ponekod po svetu za te namene ustanovljene centre za prenos tehnologij.

Dilema, ki pa ostane odprta, je, ali in kako bo politika vzpodbujanja tehnološkega razvoja v Sloveniji (ne

samo MZT) podpirala sodelovanje raziskovalne sfere z industrijo. Na eni strani imamo pozitivna primera Irske in Finske, kot primerljivi državi, na drugi strani pa je možen črn scenarij prepuščanja počasnemu propadanju malih in srednjih podjetij, ki se ukvarjajo z visoko tehnologijo. Ob tem pa bi raziskovalne skupine dokazovale svojo odličnost, pisale članke in pripravljale referate - seveda v tujem jeziku.

Za konec še nekaj primerov, ki so sami po sebi dovolj zgovorni. V oktobru 1997 sem se udeležil dveh nacionalnih konferenc ISHM (ISHM je mednarodno združenje za hibridno mikroelektroniko). Prva je bila na Poljskem, druga pa v Nemčiji in na obeh je bilo približno enako število udeležencev. Na Poljskem je bilo razmerje udeležencev iz akademsko-raziskovalne sfere proti udeležencem iz industrije približno 9:1. V Nemčiji je bilo razmerje obratno. (Na evropskih konferencah ISHM je to razmerje približno 4:6.) Druga primerjava pa je višina kotizacije, ki je bila v obeh primerih približno enaka. V Nemčiji je pokrila konferenco in zbornik referatov, na Poljskem pa konferenco, zbornik referatov in celotno tridnevno hotelsko oskrbo. Na drugi strani pa imamo slovensko primerljivo konferenco. Razmerje v sestavi udeležencev je bliže tisti na Poljskem, kotizacija pa je približno dvakrat večja in pokriva konferenco in zbornik referatov.

Nekatere države podpirajo znanstveno raziskovalno delo tudi na simbolni ravni. Tako je bil uvodni govornik na ameriški konferenci ISHM podpredsednik ZDA Al Gore. V Pragi je udeležence mednarodne konference ISHM/NATO nagovoril minister za izobraževanje. Pred

leti je udeležence evropske konference Eurosensor v Rimu nagovoril minister za zunanje zadeve. In verjetno bi lahko kakšen izkušenejši raziskovalec naštel še več takih primerov.

Prispevek je bil objavljen v reviji Raziskovalec

*Darko Belavič, dipl.ing.
HIPOT, d.o.o.
c/o Jožef Stefan Institute
Jamova 39, 1001 Ljubljana, Slovenia
Tel.: +386 61 1773 479
Fax: +386 61 1263 126
E-mail: darko.belavic@ijs.si*

Prispelo (Arrived): 25.2.1998

Sprejeto (Accepted): 17.4.1998