

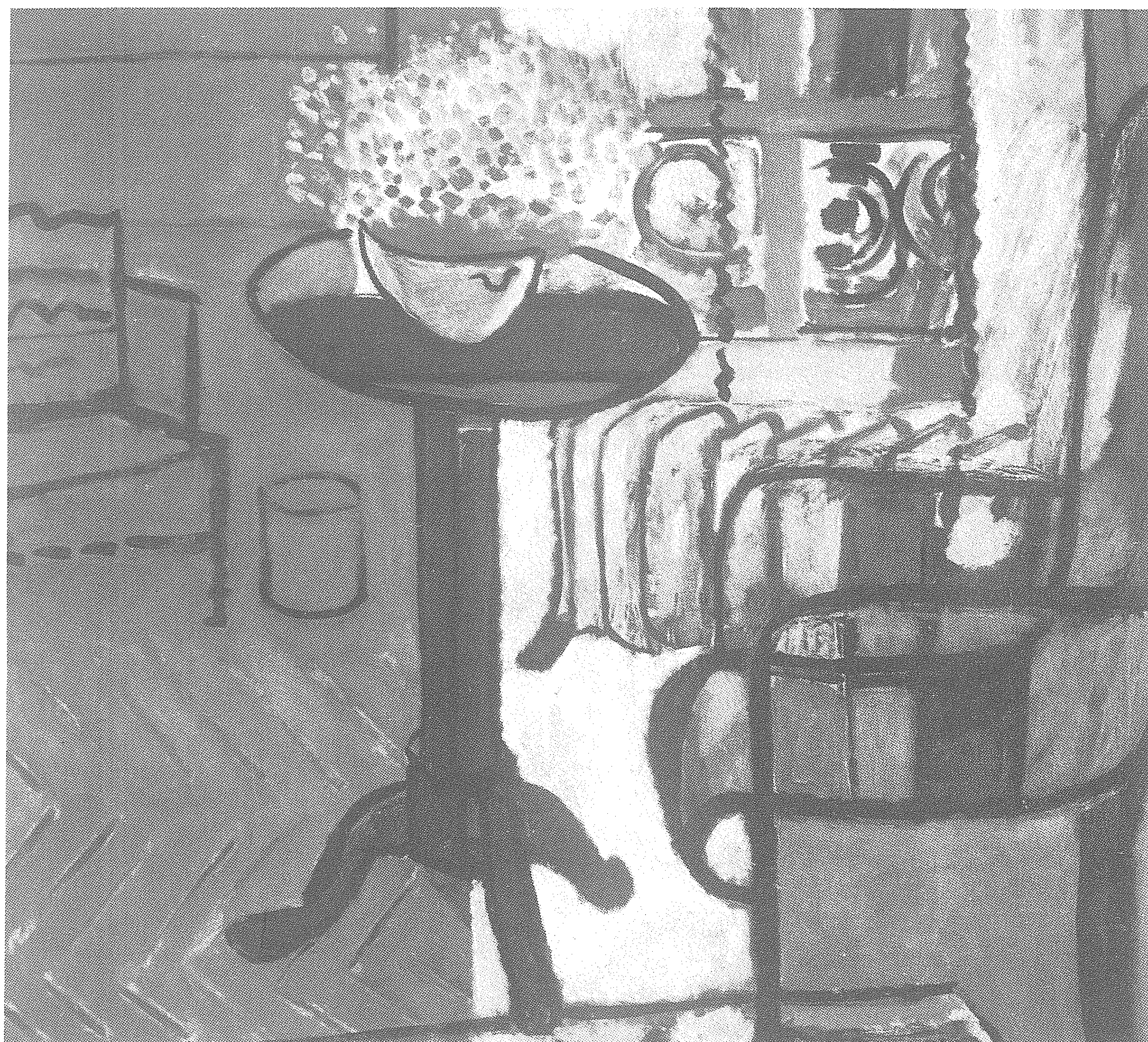
ODPISANO
177/P5-5

1995

Letnik 42

5

OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO



OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

LJUBLJANA, SEPTEMBER 1995

letnik 42, številka 5, strani 129–180

Glasilo Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 61111 Ljubljana, Jadranska c. 19, p.p. 64, telefonska št. (061) 17-66-553, žiro račun 50106-678-47233, devizna nakazila SKB banka d.d. Ljubljana, val-27621-42961/9, Ajdovščina 4, Ljubljana.

Uredniški odbor: Bojan Magajna (glavni urednik), Boris Lavrič (urednik za matematiko in odgovorni urednik), Martin Čopić (urednik za fiziko), Boštjan Jaklič (tehnični urednik).

Jezikovno pregledal Janez Juvan, računalniško oblikoval Martin Zemljič.

Člani društva prejema Obzornik brezplačno. Celoletna članarina 2.100 SIT. Naročnina v knjigarnah in za ustanove 4.200 SIT, za študente 1.050 SIT, za tujino 50 DEM. Posamezna številka za člane 400 SIT, stare številke 300 SIT.

Tisk: Tiskarna KURIR. Naklada 1500 izvodov.

Revijo sofinancirata Ministrstvo za znanost in tehnologijo ter Ministrstvo za šolstvo in šport.

Po mnenju MZT št. 415-52/92 z dne 5.2.1992 šteje revija med proizvode iz 13. točke tarifne št. 3 zakona o prometnem davku, za katere se plačuje 5% davek od prometa proizvodov.

© 1995 DMFA Slovenije – 1261

Poštnina plačana na pošti 61102 Ljubljana

VSEBINA — CONTENTS

I. kongres matematikov, fizikov in astronomov Slovenije: Okrogle mize — 1st congress of mathematics, physicists and astronomers of Slovenia: Round tables

Str.–Page

Urednikova beseda (Zvonko Trontelj)	129
Pospeševalniki	129–132
Pouk matematike v osnovni in srednji šoli	133–141
Energetika in okolje	141–154
Slovenski matematiki in fiziki po svetu	154–167
Univerza – inštituti – industrija	167–IV

Na ovitku: Del slike *Okno*, H. Matisse, 1916.

UREDNIKOVA BESEDA

Ob okroglih mizah, ki so potekale med prvim kongresom slovenskih matematikov, fizikov in astronomov, je bilo zelo živahno in zdelo se nam je vredno zapisati misli, ki so bile tam izrečene. Morda bodo koristile tistim, ki bodo v naslednjih letih poskusili kaj izboljšati na področju pouka, raziskovanja, razvoja in priprave novih proizvodov. To je tistim, ki bodo zbrali dovolj volje in moči, da bodo stopili še korak dlje od zamisli ali ideje.

Razgovori so bili posneti in kasneje so jih voditelji okroglih miz (dr. P. Legiša, dr. R. Martinčič in dr. Z. Trontelj) uredili in pripravili za pričujoči zapis. Le za okroglo mizo o pospeševalnikih manjkajo posnetki, zato je voditelj pogovora dr. M. Budnar napisal razširjen povzetek. Poskusili smo ohraniti vse bistvene misli, ki so bile izrečene, in smo zelo malo uporabljali uredniške „škarje“.

Na tem mestu bi se radi zahvalili osebju Cankarjevega doma za posnete pogovore, gospodični Mojci Jazbinšek za vse delo pri nastajanju teksta iz posnetkov in dr. B. Lavriču, uredniku Obzornika za matematiko in fiziko, za vso pomoč pri nastajanju končnega teksta.

Zvonko Trontelj,
v imenu vseh voditeljev okroglih miz

POSPEŠEVALNIKI

I. kongres matematikov, fizikov in astronomov Slovenije 20.–22. oktobra, 1994

Okroglo mizo je vodil doc. dr. Miloš Budnar

Uvodna izhodišča

Okrogla miza z naslovom „Pospeševalniki“, ki je potekala na I. kongresu matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, je odprla mnoga vprašanja, ki so tudi sicer zanimiva za raziskovalno sfero. Gre predvsem za dilemo, kolikšen in kakšen je lahko pridelek, če vlagamo finančna sredstva v neko izbrano raziskovalno področje. S tem povezana vprašanja, predvsem pa odgovori nanje ter predstavitev in razprave so potrdili pomembnost pospeševalnikov za raziskave in razvoj.

Velja, da so pospeševalniki orodje za osnovne raziskave v fiziki delcev, jedrski in atomski fiziki. Danes se sklopi pospeševalnikov, primernih za študij osnovnih zakonov narave, nahajajo v nekaj mednarodnih centrih v svetu. Le združevanje znanja in sredstev omogoča nadaljnji napredek k večjim energijam, pa tudi k obsežnejšim specializiranim uporabam.

Uporaba pospeševalnikov ima zato izredno pozitiven vpliv na raziskave in razvoj. Mnogih vej sodobne fizike in drugih znanosti si danes niti zamisliti ne moremo brez njih.

Pospeševalniki so nepogrešljivi za vrsto interdisciplinarnih raziskav. Postavljajo jih namensko za specifične raziskave in razvoj: sinhrotroni, ciklotroni, linaki, tandemi, itd. Zato se je njihova vloga v sodobnem življenju razširila tudi na druga področja:

medicina:	diagnostika, terapijka, proizvodnja izotopov;
industrija:	preiskave in modifikacije materialov;
varstvo okolja:	elementne analize, zmanjšanje vplivov na okolje (incineratorji);
energetika:	proizvodnja energije (fisiija in fuzija s pospeševalnikom), gorivni procesi v termoelektrarnah na trdna in plinska goriva;
drugo:	geologija, hidrologija, oceanografija, globalne študije (zemeljski razvoj), raziskave atmosfere, arheologija in umetnost (identifikacija), forensične analize, itd.

Pospeševalniki so zelo primerni v izobraževalnem procesu na tehnično usmerjenih fakultetah. Znanja o modernih tehnologijah, ki se pri tem na razpolago, lahko bistveno obogatijo dodipolmske in podiplomske programe. Pomembno je, da je z uporabnostjo pospeševalnikov seznanjena tudi širša javnost, saj so lep primer neškodljive uporabe jedrske tehnologije.

Predstavitve

V okviru okrogle mize sta bili dve predavanji, in sicer:

Prof. dr. G. Kernel, *Slovenija je pri uporabi pospeševalnikov prisotna že več kot 40 let,*

Doc. dr. M. Pleško, *Tekoče dejavnosti pri pospeševalnikih: mednarodne kolaboracije, domači projekti.*

V predavanju prof. Kernela je bila podčrtana soodvisnost med vlaganji v tehnologije, povezane s pospeševalniki, in raziskovalnim pridelkom, ki ga ta vlaganja ustvarijo. Na uspešnih primerih, ki smo jim priča doma in v mednarodni javnosti, je bilo pokazano, da se pričakovanja v veliki meri izpolnijo, tako glede raziskovalnih kot uporabnih dosežkov. Ob pospeševalnikih v Ljubljani se je tako razvila vrsta uporabnih dejavnosti, kot so na primer razvoj opreme za jedrsko medicino, dozimetrija, radiološki monitoring in drugo. Jasno pa je, da rezultatov ne moremo pričakovati takoj, temveč šele čez nekaj časa.

Doc. dr. Pleško je predstavil dejavnosti, ki jih slovenski fiziki načrtujemo v povezavi z raziskavami na pospeševalnikih. Podal je pregled nad raziskavami, s katerimi slovenski fiziki sodelujejo v mednarodnih centrih, in sicer na področju fizike osnovnih delcev, fizike srednjih energij ter atomske fizike. Omenil je aktivnosti, s katerimi se uveljavljajo naši fiziki osnovnih delcev ter s tem povezanimi načrti za članstvo v CERN-u. Predstavil je tudi načrte za slovensko žarkovno linijo BOSS na sinhrotronu Elettra v Trstu ter predvideno postavitve tandemskega pospeševalnika na Inštitut Jožef Stefan v Ljubljani.

Razprava

Za uvod v razpravo so bila postavljena nekatera vprašanja, in sicer:

- Kaj za Slovenijo pomeni sodelovanje pri raziskovalnem delu na pospeševalnikih v tujini?
- Kako in koliko naj se vključujemo v načrtovanje in gradnjo pospeševalnikov, načrtovanje in gradnjo detektorjev, konstrukcijo žarkovnih linij?
- Nizkoenergijski pospeševalnik, ki ga bomo postavili doma, bo namenjen za izobraževanje, osnovne ter uporabne raziskave. Kaj lahko pričakujemo od take naložbe?
- Koliko naj bodo znanja o pospeševalnikih in njihovi uporabi vključena v izobraževalne programe naravoslovnih in tehničnih fakultet?
- Doktorska dela, ki nastajajo ob pospeševalnikih – kolikšna naj bo pri tem utež fizike?
- Uporaba pospeševalniških tehnologij v industriji in sodobnem življenju – kako lahko fiziki zbudimo zanimanje za te dejavnosti?

Razprava: (misli iz razprave sta oblikovala M. Budnar in M. Pleško)

V razpravi so sodelovali prof. dr. Alojz Kodre, prof. dr. Ivan Kuščer, prof. dr. Gabriel Kernel, prof. dr. Zvone Trontelj, doc. dr. Marko Mikuž s Fakultete za naravoslovje in tehnologijo, doc. dr. Miloš Budnar in doc. dr. Mark Pleško z Inštituta Jožef Stefan, predstavnik Fotone ter dr. Miloš Komac z ministrstva za znanost in tehnologijo.

- V razpravi je bila potrjena dolgoročnost pri vlaganjih v raziskave ob pospeševalnikih ter potrebnost sodelovanja slovenskih fizikov pri teh dejavnostih.
- Jasno so bile izražene prednosti pri raziskovalnem delu ter možnosti za prenos tehnologij prek članstva Slovenije v velikih mednarodnih kolaboracijah. Po živahni razpravi o smiselnosti našega članstva v CERN-u, ki je povezano z letnimi prispevki, smo se strinjali, da se držimo izraelskega modela ter članarino CERN uporabimo za nakupe opreme pri izraelskih podjetjih. Tako bomo pridobili kar trikrat – končno bomo polnopravni člani z vsemi ugodnostmi (enakopravno sodelovanje pri vseh

eksperimentih, uporaba infrastrukture, štipendije za študente, postdoktorska mesta, idr.), naša industrija bo dobila dostop do zelo donosnega trga (CERN-ov proračun je večji od slovenskega), prek tega pa bo stimulirana proizvajati izdelke vrhunske tehnologije in pridobila bo za to ustrezna znanja.

- Poudarjena je bila odprtost fakultete za tematike, ki povezujejo fiziko z drugimi področji. Študentom fizike je treba omogočiti doktorate, ob pripravi katerih bodo posegli tudi na področja drugih ved.
- Vlaganja v raziskave z uporabo pospeševalnikov so povezana s stopnjo razvoja Slovenije v danem trenutku, glavno merilo pri tem pa mora biti vsekakor kvaliteta raziskovalnega dela. Zavrnjena je bila predstava o Sloveniji kot deželi s ceneno delovno silo, ki ne potrebuje znanstvenega in razvojnega kadra. Primeri dokazujejo, da tuji kupci v slovenskih podjetjih ohranjajo razvojna jedra, ker je cena razvoja, ki je zelo odvisna od cene kadrov, v Sloveniji ob enaki kvaliteti nižja.
- Jasno je, da moramo slovenski fiziki dati svoje znanje na uporabo tudi drugim znanstvenim disciplinam. Najbolje se to pokaže ravno pri razvoju in uporabi domačih pospeševalnikov, ki pogosto služijo tudi raziskavam v drugih vedah, izdelajo in upravljajo jih pa lahko le fiziki. Vlaganje v tovrstno opremo ima tako dogoročno nacionalno korist.

Stališča

Udeleženci okrogle mize o pospeševalnikih so ob koncu podprli naslednja stališča:

- Vedenja in znanja o možnostih, ki jih ponuja uporaba pospeševalnikov v industriji in sodobnem življenju, so nujna ne samo za ožjo fizikalno stroko, temveč imajo močan pozitiven vpliv na socio-ekonomski razvoj države, če so smiselno vpeta v razvojno strategijo.
- Državi se splača podpirati dejavnosti, ki temelje na uporabi pospeševalnikov, saj se s tem zelo učinkovito vključujemo v mednarodno sodelovanje ter imamo dostop do najnovejših tehnologij pri samem izvoru.
- Znanja o tehnologijah, povezanih s pospeševalniki, so učinkovita v izobraževalnem smislu ne samo za naravoslovno-tehnično stroko, temveč tudi za širšo javnost.
- Delo pri pospeševalnikih spodbuja teamsko delo in zagotavlja mednarodno kvaliteto.

POUK MATEMATIKE V OSNOVNI IN SREDNJI ŠOLI

• *L:* Predlagam, da bi najprej govorili o pouku matematike v osnovni šoli, tudi zato, ker je v takih razpravah osnovna šola ponavadi zapostavljena. Zelo malo ljudi se ukvarja s poukom matematike v osnovni šoli. Čeprav sam nisem strokovnjak za to področje, bi predlagal naslednje teme:

- Število oziroma procent kvalificiranih učiteljev. (Obstajajo podatki, da jih ni dosti več kot 50%.)
- Obremenitve. (Predvsem v srednji šoli so ponekod obremenitve učiteljev matematike mnogo prevelike.)
- Dokvalifikacije učiteljev. (Brali smo ideje odgovornih ljudi Zavoda za šolstvo oz. z ministrstva, da bi inženirje elektrotehnike, strojništva itd., ki pogosto že sedaj poučujejo, dokvalificirali, tako da bi bili povsem kvalificirani za pouk matematike.)
- Preverjanje znanja. (Večkrat je slišati pritožbe, da je sedanji režim do učencev preveč liberalen in da bi bilo mogoče treba nekatere stvari postaviti strožje.)

Na koncu še vprašanje, ki ga bom postavil tudi pri srednji šoli:

- Ali so kakšni predlogi za izboljšavo rednega študija učiteljev matematike?

To bi bila izhodišča za razpravo. Lotimo se lahko kar prve predlagane teme. Če prav razumem, je glede procenta kvalificiranih učiteljev po Sloveniji situacija zelo različna. Tako sem recimo slišal, da v širši okolici Maribora ne manjka učiteljev in da celo ljudje, ki so končali pedagoško fakulteto v Mariboru oz. nekdanjo pedagoško akademijo, zelo težko najdejo službo kot učitelji matematike. Če pa pogledamo Slovenijo v celoti, je situacija precej slabša.

• – Ni rečeno, da je učiteljev dovolj, ampak je vprašanje, ali ravnatelji razpisujejo mesta, ki jih zasedajo ljudje z neustrezno izobrazbo. Ni pa znano, da kdo službe ne bi mogel dobiti. (Lahko jo sicer nekaj časa išče.)

• *L:* To že nekoliko pojasni, kako je s temi zadevami. Kolege iz osnovne šole bi vprašal, kako je z obremenitvami. Ali se tudi na njihovih šolah dogaja, da so nekateri učitelji močno preobremenjeni? Iz srednje šole sem slišal za primere, da človeka, ki prvo leto uči, najraje najbolj obremenijo – naložijo mu vse tisto, česar nihče drug ne mara. Včasih je obstajala inštitucija suplenta – ko je prišel človek v službo, je imel manjšo obveznost, največ kakšnih 15 ur, kaj drugega pa mu niso nalagali. Pri nas pa se dogaja, da človeka ravno prvo leto, ko še nima pripravljene snovi in še ni navajen pouka, najbolj obremenijo. Ali se dogaja to tudi v osnovnih šolah?

- – Kar zadeva osnovno šolo je tako: Učitelji imajo vsi 23-urno obvezo. Razredni učitelji imajo toliko ur, kolikor je ur v razredu. Če učitelj uči prvi razred, ima 18 ur, preostalih 5 ur pa bo nadomeščal kje drugje, tam, kjer seveda lahko. V petem razredu lahko nadomešča matematiko, slovenščino in še kakšen predmet, za kar je po zakonu popolnoma ustrezen. Po naslednjem zakonu bo imel to pravico do vključno šestega razreda. Imamo mnogo šol, ki imajo le eno paralelko, obveza za matematiko je maksimalno 20 ur, za fiziko dve uri, ki ju pač nadomešča kdo drug, če ni fizika ali ustreznega matematika v kombinaciji. Tako že zaradi samega urnika strokovnost močno pade. Ne vem, kaj šole delajo, ampak dejstva so taka.

- *L:* Če ni več odmevov na to temo, bi prešli na naslednjo. Kaj si mislimo o dokvalifikaciji učiteljev? Predstavljam si, da se v osnovni šoli inženir, če mu je res do tega, da bi učil, lahko kar dobro prilagodi, v srednji šoli pa je to že precej težje. Tudi za osnovno šolo je vprašanje, ali je to pametna poteza.

- – Mislim, da se inženir veliko lažje prilagodi srednji šoli kot osnovni, recimo učencu v petem razredu. Še jaz kot profesorica matematike mu najbrž marsičesa ne bi znala razložiti. Inženir lažje razlaga matematiko srednješolcu, ki ima že nekoliko bolj jasno predstavo o tem, kaj je matematika. Čeprav to ni ustrezno, bi se ga dalo dokvalificirati z elementarno matematiko, metodiko itn., vsaj za poklicne šole (prej kot za osnovne). Druga stvar, za katero se bojim, da se bo zgodila, pa je, da bodo zdaj, ko so se pedagoške akademije prekvalificirale v pedagoške fakultete, diplomanti pedagoških fakultet šli učiti v srednje šole, kjer je samo polovica učiteljev ustreznih. Tako nam bo čez nekaj let zmanjkalo učiteljev v osnovni šoli.

- *L:* Na ta problem smo tudi že večkrat opozarjali. Ljudje s štiriletno strokovno izobrazbo bodo najprej zapolnili primanjkljaj v srednjih šolah in se bo v osnovni šoli situacija še poslabšala. Mogoče bo v Mariboru malo drugače, kako, nam bo razložil kolega Vukman.

- – Tudi na fakultetah so težnje, da bi učili matematiko v srednjih šolah dokvalificirani inženirji. Bolj jasno bi morali povedati, da nismo za to. So tudi druge poti, ki pa so dražje. Najbrž se bo zato država s tem težje strinjala. Na Pedagoški fakulteti v Mariboru imamo v zadnjih letih dvopredmetni program matematike, drugo leto pa vpisujemo tudi v enopredmetni program za profesorje na gimnazijah. To nam je odobrilo ministrstvo za šolstvo. To bi zahtevalo tudi zeleno luč za nastavitev visokošolskih učiteljev, vendar se zatika. Imamo ljudi, ki so doktorirali v Ameriki in bi se radi vrnili. Ali jih bomo sprejeli, ni odvisno samo od nas, učiteljev na fakultetah, ampak tudi od oblasti, ki bi nam morala to omogočiti. Zatika se torej pri odobritvi mest, kar je stvar ministrstva za šolstvo. Najbrž ne bi smeli sprejeti praktične zasilne rešitve, kot je dosedanja.

- *L:* Takšna dokvalifikacija je cenejša le kratkoročno, dolgoročno pa sem prepričan, da je to dražja rešitev.
- – To je še boljši razlog zoper dokvalifikacijo.
- *L:* Sam se spomnim takšnega primera, ko smo dobili v srednjo šolo inženirja fizike. Moram reči, da je bil za fiziko zelo dober v primerjavi s tistimi, ki so fiziko tam že učili. Potem pa je nekoč (čeprav ni učil matematike) hotel razložiti integrale in sploh ni vedel, kako bi začel. Tako se mi zdi to zelo kočljiva zadeva. Verjetno so inženirji, ki bi se s precej truda, z veliko motivacijo usposobili, da bi bili kar dobri učitelji. Vendar sem na splošno proti tem rešitvam. Dolgoročno to ne pelje nikamor. Zanima me, kje v Evropi inženirje dokvalificirajo za učitelje matematike. Sam tega še nisem slišal.
- – Pri tem bi povedala dve stvari. Prva je, da je trenutno v Sloveniji samo pol ustreznih učiteljev matematike v srednjih šolah. Vsako leto jih na pedagoški smeri FNT diplomira pet ali deset, približno toliko pa se jih na leto upokoji. Torej pri tej rešitvi tudi dolgoročno ostanemo pri tem, da bo polovica učiteljev neustreznih. Osebno ne podpiram, da bi lahko učil matematiko kdorkoli. Zato bi se morali nujno zmeniti, kaj se da kratkoročno narediti, dolgoročno pa predlagam, da ustvarite čim več profesorjev matematike, če se da – ampak na tej stopnji brezplačnega šolstva se to verjetno ne da, saj se mladi raje vpišejo kam drugam. Kar se tiče dokvalifikacije: na nekaterih univerzah v Angliji imajo enoletni tečaj za vse, ki so končali študij na fakultetah, kjer imajo dovolj matematike. Tako recimo dipl. ing. v enem letu pridobi znanja, ki so potrebna, da lahko uči matematiko. Učijo jih npr., kako se preverja znanje, kako se piše na folije, tablo... Mene recimo tega niso učili, naučili so me kolegi v šoli.
- *L:* K temu bi dodal tole. Učenje je res sestavljeno tudi iz vrste trikov, ki jih je nujno poznati. Treba pa je vedeti tudi, da naj šola uči tisto, kar je, prvič, koristno in kar se je, drugič, težko naučiti. To, da se odmakneš od table, da ljudje vidijo nanjo, je sicer zelo koristna in pomembna zadeva, ampak naučiš se je lahko takoj, samo če imaš voljo za to. Šola naj uči tisto, kar je težko. To je recimo matematično razmišljanje. Tega mnogi inženirji na žalost nimajo. In zelo težko je verjeti, da se bodo pri štiridesetih tega naučili. Kot pravijo: starega konja težko naučiš novih umetnij. Tudi pri ljudeh je tako. Redni študij je težko nadomestiti v poznejših letih.
- – Kako pa obravnava Zavod za šolstvo tiste naše kolege, ki so inženirji matematike, pa učijo na šolah – to se pravi, da nimajo pedagoških znanj in veščin. Ali se tudi te uvrsti med neustrezne? Po moje naj se jih ne bi. In tako slika ni tako porazna, kot kažejo stevilke.
- *L:* O tem bi tudi jaz rad nekaj povedal, saj nas večkrat kritizirajo, da izšolamo premalo ljudi. Ampak dejstvo je, da je uporabni matematik, ki

naredi še nekaj izpitov iz pedagoško-andragoških predmetov, povsem enakovreden pedagoškim matematikom. Sedaj, ko so razpadli veliki sistemi, kot npr. Iskra Delta, je veliko dipl. ing. matematike šlo učiti matematiko. Tako v resnici izšolamo precej več ljudi, kot se vidi iz števila pedagoških matematikov. Tudi sedaj se dogaja, da gredo uporabni matematiki po diplomi učiti.

Za enega od sklepov okrogle mize predlagam, da pozovemo ministrstvo, naj si prizadeva za dolgoročne rešitve, ki bi povečale število kvalificiranih učiteljev. V Ameriki, kjer imajo tudi takšne probleme in so plače učiteljev nizke, so štipendije za matematike ugodnejše. Tudi pri nas je sicer lažje priti do štipendije, če študiraš pedagoško matematiko, vendar štipendije niso posebej visoke.

Druga stvar: tako pri nas kot v Mariboru bi se bolj posvetili študiju matematike, če bi nam ministrstvo odobrilo dovolj kadrov. Vsa leta je bilo tako, da nismo mogli dobiti dovolj ljudi z doktoratom. Sedaj pa je doktoriralo več naših podiplomskih študentov v Ameriki. Nekateri se vračajo in imajo težave pri iskanju mesta na univerzi, ker je postalo ministrstvo zelo restriktivno pri odobravanju prostih mest. Za enega od sklepov bi predlagal tudi, da pozovemo ministrstvo, naj si prizadeva nastaviti čim več teh ljudi na univerzi, posebej še za študij pedagoške matematike.

- – Mislim, da je bilo že leta 1983 rečeno, naj bi kadrovske šole izdelale dopolnilni program za tiste, ki učijo, pa nimajo ustrezne izobrazbe. Kolikor vem, se to pri matematiki ni zgodilo. Predlagam, da se prouči možnost, da kadrovske šole take programe izdelajo in jih ponudijo tistim, ki bi se radi dokvalificirali. Ne vem, kako je na oddelku za matematiko, slišal pa sem za veliko tarnanje profesorice metodike na Pedagoški fakulteti v Ljubljani, da ur, namenjenih za metodiko, enostavno ni. Torej ne samo na ministrstvu, tudi znotraj fakultet ni vse najbolje rešeno.

- – Ali niste pred leti začeli akcije, da bi povabili študente, ki so pri vas začeli študij in ga potem niso dokončali, da naj študij dokončajo. Kako je s tem?

- *L:* Ta akcija je sedaj praktično končana. Mi smo res poiskali ljudi, ki jim do konca študija ni manjkalo dosti. Odziv je bil takrat precejšen, kasneje pa so se pokazale težave. Po toliko letih se je težko spet resno lotiti študija, tako da je na koncu na ta račun diplomiralo okrog 10 ljudi, ob precejšnji naši podpori. Fakulteta za to ni dobila nič denarja, vse to je bila naša dobra volja.

- – Imam še eno idejo v zvezi s pomanjkanjem srednješolskih učiteljev matematike in presežkom visokošolskih: Kaj, če bi začelo ministrstvo premišljevati o tem, da bi v srednjih šolah poučevali ljudje, ki imajo za tisto stopnjo previsoko kvalifikacijo – torej doktorji matematike. Mogoče bi se pri številki to ne poznalo veliko, za kvaliteto pouka pa bi zelo veliko pomenilo.

- *L:* Kar se tega predloga tiče, mislim, da je tako marginalen, da se ga ne splača obravnavati. Preprosto zato, ker smo doslej še na fakulteti imeli probleme, kako dobiti dovolj ljudi z doktoratom. Presežek ni tako velik.
- – Tu gre za nesporazum. Saj ni presežek v tem smislu, da ne bi bilo potreb po predavateljih na univerzi.
- – Zanje je premalo dela, ministrstvo zanje ne odobri mest.
- *L:* Pri nas je pot do doktorata še zmeraj zelo težka. Večina naših ljudi je sedaj doktorirala na dejansko najboljših univerzah v tujini. Trenutno nekdo doktorira na Oxfordu. Sedaj imamo težave zaposliti nekoga, ki je doktoriral na University of Wisconsin, Madison, ki je univerza prvega ranga. In sedaj naj take ljudi po toliko letih študija pošiljamo v srednjo šolo?
- – Znan je primer brooklynske šole, kjer so v letih okrog 1935 poučevali ljudje z zelo visokimi kvalifikacijami. Posledica je bila, da so bili diplomanti te šole zelo uspešni. Tega zgleda ni mogoče popolnoma zavreči.
- *L:* Seveda ne. Ampak mi se trudimo, da bi vsakemu človeku poiskali delo, za katero je kvalificiran. In ko gre za res izjemno dobre ljudi, bi bilo neprimerno, da bi jih pošiljali v srednje šole. Gre za majhno število zelo kvalificiranih ljudi, ki bi jih lahko porabili, saj smo na univerzi preobremenjeni. Če pa bi se malo več ukvarjali s pedagoškimi matematiki, pa sploh ne bi bilo problema zanje najti delo.
- *L:* Ne rečem, da čez nekaj let dejansko ne bo šel kakšen doktor matematike učiti v srednjo šolo. Vendar je sedaj brez pomena razpravljati o neki hipotetični situaciji, ko tiste ljudi drugje krvavo potrebujemo.
- – Čutim, da smo temo, kdo naj kje uči, že izčrpali, zato bi povabila vse navzoče, da izkoristimo to priložnost in bi med sklepe zapisali tudi te, ki smo jih prej samo mimogrede omenili. Novi zakon devetletnega šolanja lepo razporeja delitev devetih let na triade, hkrati pa predpisuje, da učitelji razrednega pouka učijo od prvega do tretjega razreda in od tretjega do šestega. To pomeni, da bo lahko matematiko učil učitelj razrednega pouka. Jaz pa mislim tako: delitev učiteljev na različne skupine verjetno ni bila sama sebi namen in da za vsako stopnjo poučevanja človek potrebuje določeno kvalifikacijo, pa tudi določene osebnostne lastnosti. To pomeni strokovno znanje in pedagoške spretnosti, te spretnosti so na razredni stopnji potrebne, na predmetni zaželeni, v srednji šoli pa je stroka prevladujoča. Ravno zato mislim, da je sklep, ki je zapisan kot 34. člen, popolnoma nemogoč in bi morali, preden pride do potrditve, poslati dobro utemeljen ugovor, naj matematiko na predmetni stopnji učijo res matematiki. Razredno stopnjo naj bi obvladali dobri razredni učitelji, predmetno predmetni, na srednji šoli pa naj bi dejansko učili učitelji, ki so za to tudi usposobljeni. Seveda bodo možne tudi zlorabe, ki so vedno bile, ne sme pa biti že v osnovi dana po moje povsem absurdna možnost, da matematiko v petem in šestem razredu uči razredni učitelj.

- *L:* Med sklepe okrogle mize bomo zapisali, da se pač ne strinjamo s tem določilom v zakonu.
- – Kar se tiče dokvalifikacij, pa mislim, da se nismo razumeli. V Sloveniji so poleg gimnazij in tehničnih srednjih šol tudi poklicne šole. Triletni in dvoletni programi poklicnih šol se izvajajo na skoraj 90 srednjih šolah v Sloveniji. Mislim, da tistemu, ki diplomira na FNT, ni ravno srčna želja iti učit na tako šolo. Pogoji za učitelje na teh šolah pa je še vedno končan dvopredmetni študij matematike na pedagoški fakulteti ali pa pedagoške matematike na FNT. Za te, ki učijo na teh šolah, si mi želimo, da imajo možnost dokvalifikacije, ker ne vem, ali je v Sloveniji sploh kdo, ki je profesor matematike, pa uči na dveletni šoli.
- Treba je poiskati neko sistemsko rešitev, natanko določiti, za kaj je kdo kvalificiran, potem pa se tega držati, ne pa da se izvajajo neki kurzi samo zato, da bodo lahko ljudje obdržali svoja mesta.
- *L:* Vsi ti tečaji so samo opravičilo za priznanje sedanjega stanja. Samo zato, da potem takim ljudem ni treba vsako leto na novo obnavljati pogodbe. Izkušnje so na žalost take, da je od ljudi težko pričakovati, da bodo od takega tečaja kaj odnesli, da bodo npr. bistveno izboljšali svoj način poučevanja.
- – Potem pa se lahko res zgodi, da diplomanti ne bodo dobili službe. Sedaj so v Sloveniji tri ustanove, ne več samo ena, ki vzgajajo učitelje matematike za srednje šole.
- – Tukaj je treba razlikovati med inženirji matematike in inženirji kar tako. Inženirji matematike imajo precejšnjo možnost, da gredo učit, nekaj pedagoško-andragoške izobrazbe pa morajo dobiti. Opraviti še en izpit, da smejo potem enakovredno poučevati na srednjih šolah. Narediti morajo vsaj izpit iz elementarne geometrije, kajti uporabni matematiki o tem prav nič ne vedo. Koliko vedo pa drugi inženirji, ne vem. Mogoče je šel kdo takoj po fakulteti učit in verjamem, da ima še v sebi srednješolsko matematiko, pa tudi tisto, ki se je naučil na fakulteti. Imam pa zelo slabe izkušnje z uporabnimi matematiki, ki so prišli do pedagoško-andragoške izobrazbe potem, ko so bili petnajst let v industriji. Tako slabe sposobnosti za matematično razmišljanje še nisem videla. So seveda izjeme. Edini, ki se po fakulteti razen pedagogov z matematiko zares ukvarjajo, so tisti trije srečneži, ki postanejo asistenti na eni od visokih šol, nikakor pa ne tisti, ki so odšli v industrijo. Zato bi bilo treba uporabne matematike takoj po fakulteti prepričati, naj gredo v pedagoški poklic. Je pa naval iz industrije sedaj zelo velik, lahko se zgodi, da bodo ti zapolnili mesta po srednjih šolah, naši diplomanti pa ne bodo dobili mest.
- – Mislim, da se preveč ukvarjamo z doktorji znanosti, ki naj bi učili v srednji šoli, in z uporabnimi matematiki, ki vendarle znajo nekaj matematike. Večji problem so študentje različnih fakultet, ki sploh nimajo nobene diplome in učijo na srednji šoli. Mislim, da bi moralo ministrstvo, kot je

rekla kolegica, sistemsko urediti, da se take stvari ne bi dogajale. Seveda skupaj s kadrovskimi šolami. Bojim se, da imajo na ministrstvu drugačne poglede. Treba je sistemsko urediti, kdo lahko na posameznih stopnjah uči matematiko. Včasih so imeli strožje kriterije. Če šola ni imela ustreznih učiteljev, ni bila verificirana.

- – Mislim, da bi morali današnje sklepe zastaviti povsem drugače in kot stanovska skupina zahtevati, da je treba naše delo spoštovati. Naše delo pa bodo spoštovali šele takrat, ko ga bodo tako nagrajevali, kot je treba. Če je samo 50% ustrezno izobraženih učiteljev, zakaj ne bi bili ti tudi plačani tako, kot morajo biti? Po vseh zakonih ponudbe in povpraševanja bi morali biti plačani tako, kot se spodobi za deficitaren poklic.

- Jaz sem takoj za to, da se to uvrsti med sklepe, kajti v svetu pač velja, da če česa manjka, je treba tisto tudi bolje plačati.

- – To bi lahko razvili tudi širše. Pri slavistih je recimo podobno in od njih bi lahko dobili podporo.

- *L:* Ministrstvo torej pozivamo, naj se na vseh področjih v šolstvu, kjer občutno primanjkuje kadrov, povišajo plače ljudem z ustrezno izobrazbo, tako da bo motivacija za delo in študij večja.

Kakšni pa bi bili predlogi za spremembo dosedanjega načina študija? Tudi na našem oddelku je pripravljenost, da bi pedagoški študij potekal ločeno. Vendar imamo še sedaj, ko ta program poteka skupaj, premalo ljudi, obremenitve so prevelike.

- – Kot sklep bi lahko zapisali tudi to, naj ministrstvo odobri dovolj denarja za šole, ki se ukvarjajo z vzgajanjem učiteljev za srednje šole, dovolj predavateljev, da bo zadosti učiteljev matematike. Če pa se bojite, da ljudje, ki diplomirajo, ne bodo dobili službe, naj rečem samo to, da smo vsako leto na občnih zborih društva jamrali, da učiteljev ni dovolj, tako da se tudi sedaj ni treba bati, da bi jih bilo preveč.

- – To je bilo v socializmu, ko so imeli vsi službe. Sedaj pa so izgubili službe ljudje v industriji, in to je tista huda nevarnost.

- *L:* Na našem oddelku se pravzaprav precej trudimo glede tega. Kjer se nam zdi pametno, smo pripravljeni tudi kvalificirati ljudi. Veste, da v računalništvu močno primanjkuje kvalificiranih kadrov. Mi imamo že leta 150-urne tečaje, da bi ljudi dokvalificirali. V to je bilo vloženo zelo veliko truda, tako da smo potem slabe volje, če nam očitajo, česa vsega nismo naredili. V resnici pa naredimo ogromno.

- – Glede izboljšanja študija mislim, da bi bilo treba pouk matematike izboljšati najprej v osnovni šoli in potem v srednji. S tem v zvezi je treba narediti še marsikaj.

- *L:* Omenil bi še eno stvar, ki se tiče fakultete. Mi že več let izvajamo pedagoško tretjo stopnjo in tako smo že izšolali nekaj magistrov. Letos moramo zaračunavati ne tako majhne šolnine, ker za ta študij ni več podpore

z ministrstva. Financiranje je popolnoma prepuščeno fakultetam, in to je spet stvar, ki jo delamo v lastno škodo, kajti s tistimi šolninami stroškov še zdaleč ne pokrijemo.

- *L:* Po vsem tem bi že lahko povedali nekaj o preverjanju znanja. Zdaj se uvaja matura, eksterno preverjanje znanja, in tu se situacija vsaj deloma zaostrojuje. Ne vem, kako je s tem v osnovni šoli in kako je s sprotnim preverjanjem znanja. Večkrat se sliši, da je bilo stanje preveč liberalizirano in da gre mogoče za preveliko potuho učencem ali dijakom.

- – Učim v osnovni šoli in lahko rečem, da moramo v primerjavi z učitelji drugih predmetov učitelji matematike, če hočemo otroke česa naučiti, redno preverjati in ocenjevati znanje. Za to pa sploh nismo plačani.

- – Mislim, da smo učitelji matematike v osnovni šoli glede preverjanja zapostavljeni. Zlasti če bi želeli malo več preverjati, ne samo ocenjevati. Pri predmetih, ki so na teden samo eno ali dve uri, se mora preverjati znanje vedno pisno, ker res ni časa za ustno preverjanje. V enem tednu pa smejo učenci pisati samo dve pisni vaji ne glede na to, ali sta ocenjeni ali ne. Če želim več preverjati, recimo pisno enkrat na mesec, me napadejo drugi učitelji, češ da pretiravam. Jaz pa čutim odgovornost do otrok, da jih kaj naučim za srednjo šolo, in mislim, da to lahko dosežem samo tako, da preverjam znanje. Temu mnenju se pridružujejo tudi starši, ki imajo lahko v osnovni šoli dosti večji vpliv kot v srednji, češ da učitelj preveč zahteva. Tako glede preverjanja učitelji niso ravno v zavidljivem položaju. Po drugi strani pa je tako: eni preverjajo dvakrat na leto, drugi desetkrat, kar vzame precej več časa, plačano pa to delo posebej ni.

- – Kvaliteta učiteljev v osnovni šoli je precej različna. Proti koncu šole bi bilo treba napraviti nekaj zunanje diferenciacije, tako da v srednji šoli ne bi bilo dodatnega dela zaradi tega.

- *L:* Mislim, da je ta predlog zelo dober. H konceptu devetletne šole bi lahko predlagali recimo, da se zadnja tri leta šola razdeli. Da po šestih letih pouka pride do diferenciacije. To bi bilo podobno rešitvi, kakršno imajo v Franciji.

Sklepi:

- Matematiko naj poučuje od vključno predmetne stopnje naprej učitelj matematike, usposobljen za ustrezno stopnjo.
- Ne podpiramo reševanja kadrovskih zadev z dokvalifikacijami ljudi iz drugih strok, pač pa prosimo za podporo za dokvalifikacijo matematikov.
- Če zelo primanjkuje učiteljev za kak predmet, naj bodo kvalificirani učitelji tega predmeta bolje plačani.
- Smo proti 34. členu predloga o novi osnovni šoli, ki predvideva, da učitelj razrednega pouka lahko poučuje tudi v drugi triadi. Namesto njega naj matematiko poučuje učitelj matematike.

- Predlagamo, da se izboljšajo pogoji študija za profesorje matematike na FNT in na enopredmetni stopnji v Mariboru, tako da se omogoči nastavitev novih kadrov in zagotovijo sredstva za podiplomski študij. Od ministrstva zahtevamo, da začne korektno financirati permanentno izobraževanje učiteljev in da ustrezno krije pedagoški študij tretje stopnje.
- Predlagamo, da se v osnovni šoli študij diferencira v zadnji triadi.

ENERGETIKA IN OKOLJE

● *Martinčič:* Moje ime je Rafael Martinčič, prihajam z Inštituta „Jožef Stefan” in približno eno uro se bomo pogovarjali o energiji in o okolju. Povabili smo več slovenskih strokovnjakov, od katerih bo vsak nekaj povedal, potem se bomo pogovarjali o teh in še o drugih temah. Dovolite mi, da jih predstavim: g. Lukač z Republiške uprave za jedrsko varnost, g. mag. Kokal, svetovalec vlade za energetiko, g. mag. Gerbec z Inštituta „Jožef Stefan”, dr. Uroš Miklavžič, ga. Irena Mele, direktorica Agencije za radioaktivne odpadke, in g. Miro Gregorič, direktor Republiške uprave za jedrsko varnost. Vsak bo nakazal probleme in ideje s svojega področja, in to bo osnova za diskusijo. Najprej prosim g. mag. Kokala, da nam pove kaj o energetskih načrtih v Sloveniji.

● *Kokal:* Kot ste gotovo seznanjeni, poteka zdaj v parlamentu razprava o strategiji učinkovite rabe in oskrbe Slovenije z energijo. Ta dokument smo pripravljali skupaj z domačimi inštituti. K razpravi smo pritegnili vse pristojne inštitute in zavode s tega področja ter sodelavce ministrstva za gospodarske dejavnosti. Vzporedno so potekale tudi študije, ki so bile dogovorjene prek Evropske skupnosti s programom Phare, in študije, ki jih je sofinancirala Evropska banka za obnovo in razvoj, tako da so nekateri rezultati že preverjeni. Posamezne študije še potekajo in rezultati se bodo lahko preverjali sproti. Samo izhodišče za energetske strategije je tako imenovani TRI E v energetiki: na eni strani varna oskrba, na drugi ekologija in na tretji ekonomija. Kot izhodišče se seveda jemlje makroekonomski razvoj oziroma napoved splošnega razvoja v družbi, in temu se prilagajajo določeni scenariji potreb. Na drugi strani pa se morajo predvidene potrebe pokrivati z določenimi nosilci energije. Skrbeti moramo, da bi energija čimmanj škodovala okolju, in v tem smislu so predvideni nekateri ukrepi oz. spremembe nosilcev energije in posamezne investicije. Zelo na kratko: poudarek je na tem, da se obnovijo objekti obnovljivih virov energije. To se pravi, da se maksimalno razvije hidroenergija, da se sanirajo termoenergetski objekti, da se v večji meri uporablja zemeljski plin kot gorivo za proizvodnjo električne energije in da se izvedejo vsi možni ukrepi za varno obratovanje jedrske elektrarne do zaprtja. Poseben poudarek smo dali učinkoviti rabi ener-

gije, ker s tem vplivamo na porabo in zmanjšujemo potrebne investicije na področju energetike.

- *Gerbec*: Namenili so mi, da povem kaj o prihodnosti jedrske energetike. O tem bi sicer lahko bolj oportuno govorili ljudje z ministrstva za energetiko ali iz kakšne raziskovalne inštitucije za energetiko. Mi se namreč ukvarjamo z jedrsko varnostjo in ne s promocijo. Kljub temu da ne financiramo nobene raziskave v prihodnosti, bi rad osvetlil nekatere stvari. Prinesel sem Letno poročilo 93 o jedrski varnosti v preteklem letu, ki vsebuje tudi poglavje o svetovni uporabi jedrske energetike in varnosti, in še eno gradivo, ki naj rabi kot izhodišče za to okroglo mizo. Začne se z zemljevidom, ki kaže, kje se nahaja vseh 430 delujočih jedrskih elektrarn. Največ jih je v ZDA, 110, potem sledi Evropa, ki ZDA po številu verjetno celo prekaša, saj ima samo Francija 56 elektrarn in Anglija prek 30. Kot protiutež temu bi dodal, da je bilo do zdaj po svetu dokončno ustavljenih 68 reaktorjev, kar je zelo veliko. Nekatere so ustavili zato, ker so bili eksperimentalni, druge zato, ker so imeli zelo hudo nesrečo. Med njimi naj omenim reaktor v Černobilu in TMI ali reaktor na Slovaškem. Nekateri so bili ustavljeni zaradi drugih razlogov, včasih tudi političnih. Obenem moramo povedati, da je trenutno v gradnji približno 55 reaktorjev. Daleč največ reaktorjev se zdaj gradi v azijskem delu. V ZDA se reaktorji že dolgo ne gradijo več. Ta čas sta samo dve elektrarni v fazi dograjevanja. Američani priključijo na novo mogoče po eno elektrarno na leto in prav toliko jih ponavadi tudi izključijo. Podobno velja za Francijo, kjer se je glavni tempo ustavil. Prvi val priključitev elektrarn na mrežo je bil okrog leta 1973, drugi pa 1984. Od takrat število novih elektrarn pada, vendar v zadnjem času, od leta 1990, počasi spet narašča. V lanskem letu je bilo na novo priključenih 9 elektrarn.

Kje so nove elektrarne? Največ jih gradijo, kot sem rekel, na Daljnem vzhodu, v Indiji, na Japonskem, v Južni Koreji, na Tajvanu. Posebno poglavje bo v prihodnosti verjetno Kitajska, ki ima za naslednje stoletje zelo ambiciozne načrte ravno na področju jedrske energetike.

Kakšen delež ima dandanes jedrska energetika v svetovnem merilu? Približno 5 do 6% vse energije na svetu (od premoga, do vključno tekočih, plinastih, hidro itn.) se proizvede v reaktorjih, električne energije pa približno 18 do 19%. Ta delež je od leta 1990 približno konstanten in ne upada. Delež električne energetike v svetu, ki jo proizvedejo v jedrskih elektrarnah, je zelo različen. Žal prevladuje Litva, pač zaradi podedovane ene same elektrarne Ignalina, ki ima enak reaktor, kot je černobilski, le da je večji, reaktorjev je pa še več. Elektrarna proizvede prek 80% vse energije v Litvi. Žal zato, ker je bila vsa litovska infrastruktura, od upravnih organov do samega elektrogospodarstva, prej vezana na SZ in sedaj te podpore nimajo. S tako zahtevnim reaktorjem, kot je RBMK, je to v bistvu tvegano početje. Sledi tradicionalno najmočnejša jedrska sila v civilnem pomenu, Francija, ki ima blizu 80%, električne energije iz reaktorjev, nato pa so Belgija, Slovaška,

Madžarska, Švedska in po tej statistiki zelo kmalu tudi Slovenija, kjer je približno 33% električne energije jedrskega izvora. Govorimo seveda o proizvodnji, torej tudi o tisti polovici elektrike, ki se izvaža na Hrvaško. Omenil bi še eno stvar. Vsi vemo, da je proizvodnja jedrske energije rizična, rizična predvsem zato, ker so, kljub temu da je verjetnost jedrske nesreče majhna, posledice zelo hude. Te stvari so znane, mogoče manj znani in publicirani pa so učinki drugih načinov proizvodnje električne energije. Opazujmo polucijo okolja z žveplovimi dioksidi, dušikovimi oksidi in seveda ogljikovim dioksidom, enim izmed povzročiteljev tople grede. Mislím, da je zelo nehvaležno delati projekcije, kam bo šel razvoj in od kod bomo dobivali energijo v prihodnjem stoletju, vendar se v vseh scenarijih redno pojavljajo poleg čisto energetskih in stroškovnih diagramov tudi obremenitve okolja. Ena od zanimivih stvari so scenariji CO₂. Vsi bi si želeli, če je res CO₂ vzrok za rast temperature v zadnjem stoletju, da se onesnaževanje z njim zmanjša.

In koliko pri tem lahko prispeva jedrska energija? Njeni zagovorniki pravijo, da lahko precej, kajti jedrska elektrarna ne proizvaja niti CO₂ niti SO₂. S tem v zvezi obstajajo zelo zanimivi scenariji. Po nekaterih odvisi količina CO₂ od tega, koliko ljudi bo čez petdeset ali sto let živel na Zemlji. Količina CO₂ se bo strašansko povečala, mogoče celo za faktor 6. Da končam: jedrska energija je samo v nekaterih državah izključena iz miroljubne uporabe za proizvodnjo električne energije. V večini drugih se je udomačilo mnenje, da je treba izvor energije jemati v mešanici energij. Sodim, da je to tista realnost, s katero bomo živeli vsaj še naslednjih 50 let.

Najbrž ste opazili, da do sedaj nisem niti z besedico omenil nobene fuzije niti briderjev, to je za zdaj prepuščeno raziskovalni sferi in v energetskem pomenu je ta zadeva marginalna.

- *Lukač:* Moja tema so nizko in srednje radioaktivni odpadki, ki nastajajo kot produkt obratovanja jedrskih elektrarn, seveda pa tudi v medicini, industriji in v raziskovalnih inštitutih. Te odpadke je treba odložiti tako, da posledice ne bodo obremenjevale bodočih generacij in zato ne sme priti do škodljivih vplivov na okolico. Obdelava odpadka, t.i. kondicioniranje, je zelo odvisna od izbire končnega načina odlaganja. Naša industrijska družba pozna dva načina. Prvi je, da odpadek razredčimo ali razpršimo v zraku ali vodi v takih koncentracijah, ki so sprejemljive za ljudi in okolje. To metodo v glavnem uporabljajo vse elektrarne na premog in nafto. Vendar pa strokovnjaki že dlje časa opozarjajo, da razredčenje ni rešitev za onesnaževanje. V jedrski energetiki pa razen kontroliranih tekočih prečiščenih iztokov in filtriranih izpustov z neznatnimi sledovi radioaktivnosti vsa odlaganja radioaktivnih odpadkov potekajo v skladu z drugim postopkom, to je koncentriranjem v obstojno embalažo in izolacijo od biosfere. Zanimiva je tudi primerjava v količinah odpadkov, ki nastanejo v jedrski elektrarni s 1000 MW in v termoelektrarni na premog z enako kapaciteto. Taka elektrarna lahko oskrbuje mesto s sedemsto tisoč prebivalci. Pri jedrski elek-

trarni nastane na leto 2–3 kubike visoko radioaktivnih odpadkov, približno 10 kubikov srednje radioaktivnih odpadkov in 40 kubikov nizko radioaktivnih odpadkov. Elektrarna na premog proizvede okrog 200 tisoč kubičnih metrov pepela in sadre, pri čemer ni upoštevan filtrski prah. Pri radioaktivnih odpadkih je tudi zanimiv naravni pojav, da se aktivnost radioaktivnih odpadkov s časom zmanjšuje. Tako je v končnem odlagališču nizko in srednje radioaktivnih odpadkov po tristo letih radioaktivnost primerljiva z radioaktivnostjo okoliških kamenin. Pri visoko radioaktivnih odpadkih pa se po tri tisoč letih aktivnost zmanjša na vrednost, ki jo ima uranova ruda. Lastnost radioaktivnih odpadkov, da se njihova aktivnost s časom zmanjšuje, je v pravem nasprotju s posebnimi odpadki iz drugih industrij, na primer težkimi kovinami, svincem, živim srebrom, kadmijem, ki ostajajo visoko toksični za vedno. Med nizko in srednje radioaktivne odpadke iz jedrskih elektrarn spadajo izrabljeni ionski izmenjevalci, koncentrat iz izparjalnika, raztopine, ki jih dobimo zaradi puščanja hladilnega sistema, in razni trdni kontaminirani delovni pripomočki in oprema. Tekoče odpadke solidificiramo običajno z vermakulit cementom. Te odpadke polnijo v dvestolitrske sode in skladiščijo v začasnih skladiščih. Med te odpadke pridejo tudi sredstva za dekontaminacijo plinskih in tekočih radioaktivnih iztokov in izpustov. Ti odpadki vsebujejo cepitvene in aktivacijske produkte. Najdaljšo razpolovno dobo imata ^{137}Cs in ^{90}Sr . Po tristo letih se aktivnost teh odpadkov zmanjša za cca. osematisočkrat. V jedrski elektrarni Krško je do konca leta 1993 nastalo za 9400 dvestolitrskih sodov odpadkov s povprečno specifično aktivnostjo 30 GBq/m^3 . Najvišjo specifično aktivnost imajo ionski izmenjevalci, ki jih je 10%, v največ sodih pa so koncentracije iz izparilnikov, ki jih je možno superkompaktirati. V letošnjem letu bo izvedena superkompakcija 7000 sodov. Te odpadke je treba izolirati od okolja, dokler lahko njihova radioaktivnost škodljivo vpliva na človeka. To pa lahko dosežemo samo s kontrolirano odložitvijo. Začasna rešitev je t.i. skladiščenje. Skladišča so grajena tako, da ustrezajo vsem standardom glede varstva okolja. V Sloveniji je bilo za odpadke majhnih uporabnikov zgrajeno sodobno začasno skladišče radioaktivnih odpadkov v reaktorskem centru v Podgorici. Radioaktivne odpadke, ki so nastali pri dekontaminaciji onkološkega inštituta v Ljubljani, pa so shranili v opuščeni vojašnici v Zavrnatcu. Vsi odpadki, ki nastanejo pri obratovanju JE Krško, so shranjeni v sami elektrarni. Za trajno varno odložitev odpadkov iz JE Krško potekajo v Sloveniji in Hrvaški dogovori o rešitvi tega vprašanja. Postopek izbora lokacije za odlagališča teče v skladu s smernicami za izbor lokacije odlagališča odpadkov RS, ki jih je izdelala Republiška uprava za jedrsko varnost januarja 1990. Te smernice so bile potrjene tudi v skupščini RS 1990. Cilj te naloge je izbrati v Sloveniji eno ali dve ustrezni lokaciji z naravnimi danostmi, ki preprečujejo širjenje radioaktivnosti v okolje ob upoštevanju prostorskih in družbenih danosti za dobo tristo let. V dosedanjem delu so upoštevane možnosti plitkega in tunelskega

zakopavanja odpadkov. Možnost odlaganja v suhe opuščene rudnike ni bila obdelana. V svetu je do sedaj samo okoli 15 državam uspelo zgraditi končno odlagališče za nizko in srednje radioaktivne odpadke iz jedrskih elektrarn. Zavedati pa se moramo, da imajo take odpadke praktično vse države na svetu, sicer ne iz jedrskih elektrarn, temveč medicine, industrije ali raziskovalnih institucij. Mnoge od teh držav nikoli ali še dolgo ne bodo mogle zgraditi varnega končnega odlagališča. Zato se v nekaterih strokovnih krogih vedno pogosteje pojavlja pobuda za gradnjo t.i. regionalnih odlagališč za te odpadke.

- *Martinčič*: Po kratkem uvodu v problematiko radioaktivnih odpadkov nam bo gospa Irena Mele povedala, kaj pravzaprav počnejo na Agenciji za radioaktivne odpadke.

- *Mele*: Agencija za radioaktivne odpadke je bila ustanovljena leta 1991, ustanovil jo je takratni izvršni svet RS z nalogo, da poskrbi za trajno in varno odlaganje radioaktivnih odpadkov pri nas. Pred tem je za to skrbela posebna služba v okviru JE Krško. Leta 1991 sta bili ustanovljeni dve agenciji – v Sloveniji in na Hrvaškem. Na Hrvaškem deluje podobna agencija s podobnimi nalogami, kot je naša, pri čemer pa je njihova dejavnost razširjena še na druge nevarne odpadke. Po ustanovitvi je agencija sprejela projekte, ki so se že takrat izvajali v zvezi z odlaganjem radioaktivnih odpadkov. Takrat so nekaj takih projektov že začeli, lotili so se priprav za iskanje lokacije za odlaganje nizko in srednje radioaktivnih odpadkov. Sprejeta so bila merila, na osnovi katerih se izbira lokacija, kot je povedal že gospod Lukač. Agencija je takoj po ustanovitvi začela intenzivno delati pri tem projektu, izpeljane so bile tri stopnje. Prva je izključitev neprimernih lokacij, druga identifikacija potencialnih lokacij, tretja stopnja pa izbor nekaj primernih lokacij. Lani spomladi so bili javno predstavljeni rezultati tretje stopnje izbora, identificiranih je bilo pet primernih lokacij, in sicer za površinski ali tunelski tip odlagališča, to se pravi na površini ali tik pod njo, za kar so bila tudi sprejeta merila za izbor. Javnost rezultatom ni bila naklonjena, reakcija je bila precej burna, zato je sedaj nadaljevanje projekta negotovo, kajti naslednja stopnja, se pravi potrditev najprimernejše lokacije, nujno vsebuje tudi raziskave na terenu. V sedanji situaciji ta dela niso mogoča. Agencija skuša nadaljevati iskanje lokacije z razširitvijo iskanja v globine. Za to meril še ni. Letos pripravljamo kriterije, na osnovi katerih bi lahko začeli iskati lokacijo, ki bi bila primerna za globinsko odlaganje, to se pravi v globini do 300 metrov. Rezultate prvih študij že imamo, v kratkem bomo pripravili predlog, ki ga bo pregledala Republiška uprava in dala svoje mnenje, na osnovi katerega bi lahko začeli s projektom iskanja za globinsko odlagališče. Hkrati bomo skušali poiskati še kakšno dodatno primerno lokacijo za površinsko odlagališče. Za negativno reakcijo javnosti ob izbiranju lokacij vidim dva glavna razloga. Prvi je najbrž ta, da smo posvetili premalo pozornosti informiranju. Ljudje se bojijo radioaktivnih

odpadkov, ker o njih zelo malo vedo. Otroke so npr. vprašali, kje bi raje živeli, če bi imeli na izbiro: v bližini nuklearke ali v bližini odlagališča za nizko in srednje radioaktivne odpadke. Odgovori so bili presenetljivi: bistveno več otrok je odgovorilo, da bi raje živeli v bližini nuklearke kot v bližini odlagališča. Zato mislim, da tukaj čaka našo agencijo še veliko dela. Ljudem moramo predstaviti probleme čimbolj korektno, delati moramo javno in transparentno, če si hočemo pridobiti zaupanje ljudi. Stvari so v resnici tehnično rešljive, problem je samo družbena sprejemljivost. Drugi razlog je po mojem mnenju najbrž pretirana politizacija tega problema, in tukaj bi bilo treba narediti še marsikaj. Zato se obračam na vse navzoče in na strokovnjake sploh, da pomagajo v Sloveniji vzpostaviti tako stanje, ki bo omogočilo reševanje te problematike v prihodnosti, ker mislim, da bomo morali prej ali slej to rešiti sami v svojem prostoru.

- *Martinčič*: Dejstvo je, da vsaka proizvodnja energije tako ali drugače vpliva na okolje. Kako pa vsaj na enem področju v Sloveniji kontroliramo to okolje in gledamo, da ne presegamo mej, nam bo povedal dr. Uroš Miklavžič.

- *Miklavžič*: Omejil se bom na bolj konkretne stvari: na naše okolje in na našo jedrsko elektrarno. Odpadki, kot ste sedaj večkrat slišali, so tiste stvari, ki jih ne zavržemo, ampak jih zadržimo, zato da ne bi prišle v okolje. Emisije pa so tiste snovi, ki jih spuščamo v okolje. Odpadki ter emisije pa so med seboj povezani. Na čim višji stopnji čistimo snovi, tem več odpadkov imamo in tem manjše so emisije. Pri tem verjetno tehnično izobražen človek ve, da je odpadke dejansko še najlažje obvladati, emisije pa je možno obvladati samo na izvoru. Nadzor emisij, ki ga opravlja IJS skupaj s še tremi organizacijami (Zavod za varstvo pri delu in dve hrvaški organizaciji) že enajst let, je v preteklih letih pokazal, da so te emisije lahko popolnoma zanemarljive v primerjavi z emisijami, ki jih spuščajo objekti, ki sploh ne veljajo za jedrske. Vprašanje, ki si ga postavi vsak laik na tem področju, je, kaj je pravzaprav tisto, kar je sprejemljivo za okolje. Edino kvantitativno merilo je to, kaj je sprejemljivo za človeka, ki je realno ali potencialno postavljen v tem okolju. Kvantitativno to merilo ovrednotimo z dozo. Z izračunavanjem doz se ocenjuje npr., koliko je obremenjeno okolje, ali bolje rečeno, človek, ki bi ga postavili v tako okolje. Obstajajo tudi tehnične omejitve, npr. koliko Bq kakšnega izotopa se sme spustiti v okolje, vendar mora biti ta omejitev preverjena ali vsaj izpeljana iz bazične omejitve, t.j. doze. Če bi primerjali ocenjene letne efektivne doze, ki jih je referenčna skupina, se pravi tista, za katero pričakujemo, da je najbolj izpostavljena, dobila na leto prek različnih prenosnih poti v okolici JEK, je velikost tega okoli $10 \mu\text{Sv}$. V to je vključena tudi vsa negotovost te ocene. Človek v normalnem okolju prejme okoli 2000–2500 μSv efektivne doze na leto. Iz te številke bi že lahko sklepali, da je ob normalnem obratovanju pri stopnji zaščite, kot jo ima JEK (tu gre tudi za tehnično izvedbo, kot je zaščitni hram, ki ga nekatere elektrarne na Vzhodu nimajo) in pri stopnji čiščenja,

ki se opravlja v JEK, ta doza povsem zanemarljiva. Kljub temu obstajajo strahovi, saj je po sodobnih gledanjih treba računati tudi na potencialno dozo, ki bi jo lahko prejeli ljudje v času večje ali manjše nezgode. Upoštevati je treba tudi ta faktor, vendar o tem ne bi govoril. Če bi še hotel ilustrirati stavek, ki sem ga povedal prej, da nekatere povsem nejedrske industrije povzročajo večje onesnaženje okolja, bi navedel recimo bolnice.

Morda še ne veste, da je povprečna letna koncentracija kratkoživega ^{131}J okoli Brežic, to je 7–8 km za Krškim, okoli 20 Bq/m^3 . V Lazah pri Ljubljani pa smo ravno prejšnji teden namerili v Savi 700 Bq joda na kubični meter vode. Številka je sama po sebi dovolj zgovorna. Med černobilsko kontaminacijo niso poskočili samo naravni radionuklidi v Savi na vhodu v JEK, ti so namreč prihajali iz papirnice Videm, ki ima svojo malo elektrarno, ampak so narasle tudi koncentracije umetnih radionuklidov, kot je Cs. To se je zgodilo zato, ker so predelovali les, ki je vseboval Cs, odpadne vode pa se stekajo v Savo. Podobna situacija je sedaj z lesom, ki ga uvažamo iz Rusije. Pri tem ostane skorja, ki je relativno malo radioaktivna, vendar dobimo pri zažigu kar znatne koncentracije cezija in v nekaterih drevesnih vrstah je očitna še vsebnost ^{90}Sr , ki je ostala po jedrskih eksplozijah. Druga stvar, ki bi jo omenil, pa je v zvezi s tem, da se na ministrstvu za okolje pripravljajo standardi glede obremenjevanja okolja. V zvezi s tem so bile narejene nekatere raziskave po raznih odlagališčih v Sloveniji, na katerih ne odlagajo le pepela in premoga. Izkazalo se je, da je cela vrsta odlagališč, za katera ljudje trdijo, da so radioaktivna. In v resnici so se take stvari tudi potrdile, recimo na Kočevskem. Če sedaj zgradijo na pepelu kakšnega odlagališča vrtec, potem ni čudno, da v tem vrtcu zaznavajo povišane koncentracije radona in tudi zunanjega sevanja, ki ga oddajajo stene. Naj omenim še svoječasno vgrajevanje elektrofiltrskega pepela v zidake, iz katerih so zidali bloke. Take hiše imajo dosti višje obremenitve, kot jih kaže jedrska elektrarna. Takih stvari je še cel kup. Okolje je treba gledati v celoti in logično je, da bo vsak tehnično usmerjen človek pretehtal stvari in ocenjeval relativno. Nikakor ne bi bilo smiselno postaviti ostrejših kriterijev elektrarni, ker bi se pač kdo bal tamkajšnjih emisij, po drugi strani pa bi dopuščali desetkrat do stokrat večje aktivnosti iz ljubljanskih bolnišnic, ki nimajo niti najosnovnejšega zbiralnika za zajemanje radioaktivnih fekalij, nastalih od pacientov, ki prejemajo recimo terapijske doze ^{131}J . Omenjeni standardi za varovanje okolja so vsaj v predlogu prilagojeni slovenskim razmeram, kar pomeni, da so v marsičem znatno ostrejši, kot veljajo v okolju. Ali bodo ti zakoni sprejeti, je za zdaj še težko kaj reči. V zvezi s tem bi omenil zadevo, ki ni vedno popolnoma jasna. Kot sem že prej povedal, je doza merilo obremenitve človeka. Kot približek škodljivih učinkov, ki jih taka doza povzroča, se uporablja linearna odvisnost verjetnosti za nastop stohastičnih okvar v organizmu, to so razni raki, od celotne prejete doze v zgodovini organizma: to je od rojstva in še prej kot fetusa. Doza, ki jo je

človek prejel, je povzročila poškodbe DNA celic in te poškodbe se iz celic, ki preživijo, kopirajo naprej in se kopičijo. S tem se povečuje verjetnost za nastanek rakastih obolenj, levkemije, dednih poškodb. S skupnim imenom jih imenujemo stohastične ali naključne spremembe. Ker velja linearna odvisnost, pri takih poškodbah ne pričakujemo, da bo obstajal neki prag. Čeprav je morda ta ocena zelo pesimistična, je privzeta kot varna. Če pa prag ne obstaja, potem tudi ne obstaja doza, ki bi bila dovoljena. Zato v okoljevarstvenih standardih govorimo samo o mejnih dozah, ki ne smejo biti prekoračene, pri čemer pa uporabljamo v celotni radiologiji še nekaj principov. Eden od njih je t.i. „as low as reasonably achievable“, ki zahteva, da se skušajo odvečne doze vedno zmanjšati ne glede na to, ali so že pod mejno vrednostjo. Druga zadeva v tej zvezi je, da nikakor ni dovoljen obsev, ki ne bi bil ekonomsko upravičen. To pomeni npr., da je obsevanje človeka, ki nosi prstan s poldragim kamnom, ki je bil recimo obsevan v reaktorju in je radioaktiven, nesmiselno, razen če ga ne nosi morda manekenka, ki ima od tega korist, ker nosi rdeč prstan namesto prosojnega. Tretje načelo, ki to nekako uravnoveša, je načelo optimizacije med koristjo (zmanjšanje doze) in ceno za ta ukrep. Iz teh načel in tega, da ni praga, izhaja, da so lahko mejne vrednosti v različnih okoljih zelo različne. Okolju, ki je relativno malo obremenjeno, bi bilo nesmiselno postaviti previsoke tolerance, da bi dejansko s polucijo dosegli nekaj, kar sploh še ni fiksirano. V omenjenem osnutku standardov smo skušali pomakniti meje, kolikor se je dalo nizko. Tiste meje, ki so relativno visoko, so zvezane z naravno radioaktivnostjo, z radonom in podobno, ne pa meje z umetno radioaktivnostjo, tudi tako, ki je skladiščena v skladiščih.

- *Martinčič*: Kot zadnjega bomo prosili prof. Gerbca, da nam nekoliko osvetli še nejedrski del.
- *Gerbce*: Prihajam iz IJS, Oddelka za anorgansko kemijo in tehnologijo. V glavnem se ukvarjamo s kemijsko tehnologijo v ekoloških uporabah. Konkretno smo imeli največ opravka s tehnologijami čiščenja dimnih plinov termocentral, kakršna je v Šoštanju. Ker je pač namen mojega prispevka govoriti o ekoloških obremenitvah termoelektrarn, bi najprej povedal nekaj o tem, kasneje pa še, kaj smo naredili s praktično uporabo teh študij. Termoelektrarne uporabljajo kot gorivo premog, ki ga dobijo s površinskim ali podzemnim kopom. Kopanje premoga ima kvarne vplive na videz pokrajine, to je pa že neke vrste onesnaženje. Pri proizvodnji električne energije se premog sežge, da se dobi para za pogon turbin, ki poganjajo generator. Pri tem dobimo tri tipe odpadkov. Trdni odpadek je pepel, za katerega smo danes že slišali, da ga ne moremo odlagati kjerkoli. Plinaste emisije – dimni plini – vsebujejo predvsem žveplov dioksid, ki je pri nas tudi največji problem, dušikove okside, ogljikov dioksid, ki naj bi prispeval (še ni dokazano) k topli gredi. Imamo pa še tekoče odpadke – v praksi termoelektrarne transportirajo pepel iz kurišča in elektrofiltrov tako, da ga

mešajo z vodo in črpajo kot suspenzijo na deponijo. Iz deponije elektrofilitrskega pepela zaradi meteorne vode spet lahko dobimo izcedne vode. Iz sredstev obveščanja ste lahko zvedeli, da so v Šoštanju šele letos postavili čistilno napravo za izcedne vode, ki so prej neovirano odtekale v reko Pako pri Velenju, v Šoštanju pa so vodo iz Pake spet kot osnovo za tehnološko vodo uporabljali v termoelektrarni, jo čistili, in tako so v začaranem krogu čistili sami svoj odpad. Manj znano pa je, da termoelektrarne spuščajo v okolico tudi težke kovine. Dober članek na to temo je bil letos objavljen v Vestniku slovenskega kemijskega društva, številka 41/94, v katerem so navedene tipične emisije težkih kovin. Avtorji so izvedli preiskavo kar po elementni sestavi za celoten kompleks termoelektrarne Šoštanj, torej vseh pet blokov, ki danes obratujejo. To niso zanemarljive zadeve. Na leto spusti TE Šoštanj v okolje 600 kg živega srebra. Bivši rudnik živega srebra v Idriji ga je spuščal 6 ton. Tudi uran in podobne snovi se v odpadkih koncentrirajo. Če upoštevamo sestavo premoga, v Velenju recimo lignita, dobimo po sežigu pepel, ki ga je določen procent. Vse te zadeve se samo koncentrirajo, v kurišču se koncentrirajo na elektrofilitrski pepel, ker se uparijo, potem pa v hladnem spet kondenzirajo na fine delce, ki pa se ne ustavijo vsi na elektrofilitrih. Lahko gredo tudi skozi dimnik kot manj znani kontaminanti, ki pa imajo svoj vpliv na okolje. Naša skupina se je v glavnem ukvarjala z razžveplevanjem dimnih plinov termocentral. Imamo dolgotrne izkušnje, začeli smo že v istrski termoelektrarni Plomin in nadaljevali v Šoštanju pri petem bloku. V glavnem smo se ukvarjali z razvojem v svetu že znanih načinov razžveplevanja po t.i. mokrem kalcitnem postopku, ko se dimni plin tušira v suspenzijo kalcita, proizvod pa je komercialna sadra. Poudaril bi, da je v primeri z drugimi alternativnimi postopki razžveplevanja to edini postopek, ki je primeren za visoke kapacitete naše termoelektrarne, ki ustvarja veliko dimnih plinov in visoke koncentracije žveplovega dioksida v njih. To je direktno posledica relativno visokega deleža žveplovih spojin v premogu. V zahodni Evropi so tipične koncentracije žveplovega dioksida v dimnih plinih 2–4 g na kubični meter, v Šoštanju 6–8 g, v Trbovljah 4–16 g, v Plominu pa smo izmerili tudi do 25 g SO₂ na kubični meter dimnega plina. Pri teh postopkih nastajajo ogromne količine odpadka, sadra je edina snov, ki ni odpad. To je seveda pomembno zaradi odlaganja velikih količin. Predlagali so tudi uporabo suhih ali polsuhih tehnologij, kjer se apno ali kalcijev karbonat vpihava direktno v kurišče s premogom in že med izgorevanjem pride do delne vezave žveplovega dioksida. S tem se v najboljšem primeru doseže 50-odstotno čiščenje žveplovega dioksida, kar pa ni v skladu z veljavnimi predpisi. Pri nas je recimo dovoljeno največ do 400 mg SO₂ v dimnem plinu, ki ga spušča termoelektrarna pri normalnih pogojih. To pomeni, da moramo v povprečju sčistiti cca. 95% SO₂ v Šoštanju, v Trbovljah pa bi ga morali cca. 97.5%. To je v bistvu edina tehnologija, ki to omogoča, naše delo pa je bilo predvsem optimizacija znanih tehnologij

na naše razmere z ozirom na optimizacijo porabe energije in tudi dimenzij naprav pri teh visokih koncentracijah. Sodelujemo v slovenskem konzorciju eventualnih izvajalcev industrijske čistilne naprave za peti blok v Šoštanju. Za četrti blok jih že gradi avstrijska firma. Prizadevamo si, da bi vsaj pri petem bloku sodelovala domača firma.

- *Martinčič*: Sedaj lahko odgovarjamo na vprašanja s tega ali kakšnega drugega področja.

- – Problemi iskanja odlagališča za radioaktivne odpadke niso v neobveščenosti javnosti, temveč v tem, da sta se znanost in stroka znašli v ekološki krizi. Pravzaprav sta znanost in stroka zapravili zaupanje javnosti. Zakaj? Freoni, jedrska energija, kemija v industriji in kmetijstvu itd. Če pogledamo vse posledice znanstvenega razvoja zadnjih 50 let, lahko rečemo, da sta moralna in ekološka odgovornost znanstvenikov in strokovnjakov zelo nizki. Vzrokov za to je najbrž več. Eden izmed njih je podložnost politiki in ekonomiji. Drugi vzrok: konkurenca med njimi. Npr. danes (sem iz Šaleške doline – da boste lažje razumeli razpravo) strokovnjaki jedrske elektrarne Krško govorijo o radioaktivnosti pepela. Nas, ki se borimo proti odprtemu odlaganju tega elektrofilitrskega pepela, pa po drugi strani prepričujejo, da taka 300 hektarov velika deponija za prebivalce Velenja, ki je od nje oddaljeno dva kilometra, pač ni škodljiva. Komu naj verjamemo? Prav tako nas prepričujejo, da elektrofilitrski pepel v zidakih ni škodljiv. Učim na šoli, ki je zgrajena iz elektrofilitrskega pepela in ima iz tega pepela tudi omete. Lahko bi govorila o zdravstvenih posledicah. Tretji vzrok je ta, da znanost, oz. bolj stroka, daje v uporabo javnosti nedokončane projekte. To je kar jedrska energija. Preden se je stroka odločila, kako sploh odlagati jedrske odpadke, so zgradili po svetu že čez 400 jedrskih elektrarn. Moralna in ekološka odgovornost za prihodnost? Tri tisoč let traja, da se zniža radioaktivnost visoko radioaktivnih odpadkov, in to zapuščamo prihodnjim generacijam, ki od tega ne bodo imele nobenih ekonomskih koristi, ampak samo stroške. Potem je tu recimo gradnja tako velike termoelektrarne, kot je Šoštanj, ki brez čistilnih naprav dela že 20 let. Vse to povzroča, da javnost stroki ne zaupa več. Predlagam poostreno ekološko kontrolo v sami znanosti in stroki brez politike in ekonomije. Vem, da to ni pomembno samo za slovensko okolje, in predlagam, da kljub temu da je Slovenija tako majhna, slovenski strokovnjaki ta predlog posredujejo svetovni javnosti oz. svetovnim znanstvenim organizacijam.

- *Martinčič*: Če govorim kot posameznik, bi se v marsičem z vami strinjal, v marsičem pa tudi ne. Je pa verjetno res, da smo za veliko stvari krivi tudi sami. Glede marsičesa pa tudi dvomim.

- – Znanost sama po sebi še zdaleč ni tako pomembna, da bi lahko mimo politike in ekonomije na karkoli vplivala. Pripisovati znanosti ali stroki vse grehe, je zelo nepravilno. Konkretno si pogledjmo primer Vidma. Zato ker

je v Vidmu dobivalo delo dva tisoč ljudi, ki so od tega živeli, tovarne niso zaprli, čeprav je bila ekološko nesprejemljiva.

- – Z gospo iz Šaleške doline bi se tudi jaz v marsičem strinjal, vendar bi kljub temu povedal nekaj stvari. Na naši upravi recimo nihče od zaposlenih ni odločal o tem, ali bo v Sloveniji elektrarna ali ne in zakaj takrat ni bilo zgrajeno odlagališče. Z istim načinom, kot se je takrat postavila elektrarna, bi lahko tedaj zgradili tudi tehnično odlagališče, in to povsem korektno. Je pa res, da je na račun elektrarne v Krškem Šaleška dolina nekaj pridobila. Elektrarna obratuje dvanajst let in v tem času je proizvedla toliko energije, kot bi je dobili iz približno petdeset milijonov ton lignita. Letna proizvodnja vseh termocentral v Šoštanju je približno enaka proizvodnji JE Krško. Šoštanska elektrarna porabi na leto približno štiri milijone ton lignita. Od teh petdeset milijonov ton bi bilo nekaj procentov letečega pepela, ki gre mimo filtrov. V tem smislu je bilo zaradi JE manj onesnaževanja v Šoštanju in Trbovljah. Druga misel, da smo preložili breme visoko radioaktivnih odpadkov na naslednje generacije, je verjetno povsem upravičena. Preložili pa bomo tudi breme izpraznjenih rudnikov. Premoga, nafte in plina, ki smo jih porabili v zadnjih petdesetih letih, v tri tisoč in tudi deset tisoč letih ne bomo dobili nazaj.

- – Naša agencija skuša poskrbeti za radioaktivne odpadke na tehnično varen in ekološko ter tudi družbeno sprejemljiv način. Samo to je naš namen in naša želja. Zato bi želeli, da bi bili ljudje seznanjeni s tem procesom in da bi nas pri tem tudi podprli.

- – Zanima me, kakšne so pravne in finančne možnosti za izvoz jedrskih odpadkov in kakšna je strategija za razvoj energetike v Sloveniji? Kako dolgoročna je in ali je dan kakšen pomen tudi nekaterim manjšim izvirom energije, kot so npr. gorilne celice, veter, ..., ali trenutno futurističnim projektom, kot je recimo fuzija? Koliko so te stvari v strategijah upoštevane? V Ameriki nekatere korporacije, ki bi bile najmanj zainteresirane za te alternativne vire energije, celo vsake toliko časa odkupijo kakšen patent s tega področja. General Motors se npr. zanima za patente s področja električnih avtomobilov.

- – V zvezi s prvim vprašanjem, ki se tiče izvoza jedrskih odpadkov, bi povedala, da ni prav optimističnih napovedi. Države se pred tem zapirajo in tudi sprejemajo prepovedi. Tako so recimo pred nekaj leti države bivše Sovjetske zveze zaprle svoj prostor za vračanje gorivnih elementov na predelavo. Mislim, da velja podobno za vse druge države. Možnost je edino v gradnji regionalnega odlagališča za visoko radioaktivne odpadke, ki pa je še vedno samo na stopnji načelnih razgovorov in v bližnji prihodnosti ni pričakovati rešitve.

- – Ali bi vi, če bi bili zelo velika država, sprejeli take odpadke? Recimo, da je Slovenija po velikosti takšna kot Sovjetska zveza.

- – Če bi bila zgrajena varno, zakaj pa ne.
- – Glede obnovljivih in alternativnih virov lahko rečem, da že več let podpiramo gradnjo malih hidroelektrarn in razne ukrepe s področja racionalne rabe. V letošnjem letu je bilo v proračunu za podpiranje takšnih programov namenjenih štiristo milijonov tolarjev. To se predvideva vnaprej, ravno včeraj pa smo končali razgovore s programom Phare o eventualni organizaciji sklada za to področje. Tudi program Phare bi se verjetno z določenimi finančnimi sredstvi priključil takemu skladu.
- *Martinčič*: Tu bi dodal samo svoj komentar. Mislim, da je alternativna energija zelo koristna kot dopolnilo, težko pa je danes nadomestiti klasične vire. Zamislite si, da bi vso energijo, ki nam jo sedaj daje jedrska elektrarna, dobili recimo s sončnimi kolektorji. Nisem izračunal, vendar se mi zdi, da bi bil kar precejšen del Slovenije pokrit s temi kolektorji, če bi hoteli dobiti šeststo megawatov.
- *Mankoč*: Kolegica, ki je prej predstavila probleme, ima seveda prav, tako kot ste se vsi strinjali. Mi zares, pa ne samo Slovenija, ampak ves svet, požiramo našim potomcem gorivo in povzročamo polucijo. Seveda je to naša krivda in naša odgovornost. Tudi odgovornost fizikov in ne samo politikov ter vseh drugih. Vprašanje pa je treba zasukati še nekoliko drugače: kaj pa lahko drugega storimo? Veliko upanje, v katero sem vsaj jaz kot fizičarka dolgo časa verjela, fuzijski reaktorji za elektrarne namesto fisijskih, se zdi, da je padlo v vodo. Ne zato, ker bi človek tega v doglednem času ne mogel napraviti in bi ekonomsko ne bilo upravičeno, temveč zato, ker je baje na svetu premalo litija. To so mi pred mesecem povedali kolegi iz Evropskega fizikalnega društva. Sicer sem hotela povedati nekaj drugega. Vi ste med tem nabrali polno podatkov. Najbrž, ko že delamo vseh vrst simulacije, bi bilo smiselno narediti simulacijo, kakšna bi bila videti Slovenija brez jedrske elektrarne. Kakšna bi bila videti, če bi imeli toliko več takih elektrarn, kot je šoštanjska. Koliko industrije si lahko privoščimo. Koliko nas to ogroža glede na to, da smo na potresnem območju ipd. Vse vrste simulacij, ki se delajo za druge reči, recimo za pospeševalnike v Cernu, obstajajo, in mogoče bi si Slovenija lahko privoščila tudi to, da pogledamo, kakšne so alternativne možnosti za našo državo dolgoročno, glede na industrijo, ki se nam zdi sprejemljiva.
- *Martinčič*: Predvidevam, da je ministrstvo za energetiko naredilo vsaj nekaj tega v svoji študiji.
- – Če bi prišli do sklepa, da naj se JE Krško zapre, bi za to potrebovali okrog deset let. Imamo dve večji možnosti. Prva je, da naredimo precej več in čimprej na področju varčne rabe, del objektov pa moramo nadomestiti. Če se odločimo za termocentralo, traja gradnja sedem let, precej hitreje pa lahko zgradimo nadomestne elektrarne na zemeljski plin, ta projekt traja tri do štiri leta. Sama gradnja in infrastruktura, da sploh pridemo do tega

plina, pa pomenita še dodatne stroške. Ker rabimo plin največ v zimskih mesecih, je tu tudi problem skladiščenja plina. V tem primeru bi povečali naš prispevek k svetovni produkciji CO₂ za 18%.

- *Strnad*: Kolegico, ki je prej govorila, bi vprašal za mnenje, odkod naj dobimo energijo. Saj ve, kaj je energija. Ali naj bi živeli čisto brez nje ali z malo energije, odkod bi jo dobili?

- – Jaz bi vseeno naredila kolektorje in nekoč bodo nekaj podobnega morali narediti.

- – Je kdo od navzočih, ali pa kakšna institucija, naredil simulacijo, kaj bi se zgodilo, če bi prišlo do hude jedrske nesreče v Krškem? Kakšna bi bila poškodba okolja, samega mesta Krškega, in če je kakršnakoli ocena, koliko ljudi bi bilo zaradi take nezgode neposredno izpostavljenih nevarnosti? Koliko radioaktivnih plinov bi šlo v okolje, koliko Slovenije bi bilo onesnažene? Ali obstaja sploh kakršnakoli ocena ali simulacija?

- – Seveda obstaja in na osnovi teh ocen so narejeni načrti za ukrepanje. Vsi načrti za ukrepanje morajo biti narejeni ravno na oceni ogroženosti.

- – Ali nam lahko poveste kaj o tem? Koliko bi bila recimo izpostavljena neposredna okolica Krškega po nezgodi, npr. z izgubo primarnega hladila?

- – Če gre za izgubo hladila v primarnem krogu, je to projektna nezgoda, ki je opisana v končnem varnostnem poročilu. V tem primeru ob predpostavki, da bi zadrževalni hram normalno deloval oz. da bi puščal po projektu, smrtnih posledic za okolico ne bi bilo. Tudi zaradi ukrepov, ki so planirani za tak primer, recimo evakuacija.

- – Pa ne samo to. Vzemimo primer Otoka Treh milj, kjer se je zgodila ravno taka napaka.

- – To ne bo držalo. Tam je bila delna izguba primarnega hladila, jaz pa sem vprašal za primer popolne izgube.

- – Pri nezgodi na Otoku Treh milj je bila nezgoda mnogo hujša, kot je samo izguba primarnega hladila. To je bila nezgoda izven projektne nabora, kajti prišlo je do delnega taljenja sredice, in tudi v tem primeru ni bilo nobenega direktnega smrtnega primera, niti nobenih posledic za okolje, ker ni bilo nobenega oblaka, ki bi seval.

- – Mogoče so bile od vsega tega najbolj zanimive razprave, kako naprej, kajti ti problemi so taki, da traja od tega, da se nekaj dogovorijo, do tega, da se tisto naredi, lahko deset let. Saj nismo prvi, ki se ukvarjamo s tem problemom. Drugje gre iskanje rešitev v to smer, da se obstoječe porabe energije korigirajo. V Sloveniji se za določen proizvod porabi več energije kot drugje. Slovenija je bila seveda del sistema in sedaj je treba marsikaj popraviti. Približno tretjino do polovice energije porabimo za stvari, za katere to ni potrebno. V tem vidim največji problem. Če to rešimo, nam takrat, ko ne bo več Krškega, zagotovo ne bo hudo.

- – V vseh teh scenarijih, ki so bili pripravljeni za pokrivanje potreb in na drugi strani pri ugotavljanju potreb, kažejo, da smo vrh v porabi energije dosegli leta 1991 in v vsem planiranem obdobju do leta 2010 se kaže, da bomo potrebovali manj energije. Poraba naj bi bila tako vedno pod nivojem iz leta 1991. Z druge strani pa naj bi se ravno s temi ukrepi, ki bi jih dosegli z učinkovito rabo, tretjina naše strategije je namenjena prav temu, skupaj s skladi in z bodočo cenovno politiko pri energetiki, učinki morali pokazati. Danes je mogoče psihološki efekt takšen, da v industriji in v komunali ne prihaja do investicij, kajti vsi čakajo, da se konča proces lastninjenja. Upamo, ker imamo na določenih področjih celo zakon za kogeneracije, parlament je odobril 35% sredstev in naj bi dal za to garancijo. Na tem področju se bo verjetno po procesu lastninjenja le kaj premaknilo, energija se bo učinkoviteje porabljala. Projekti so pripravljeni recimo za Maribor, Jesenice in nekatere druge kraje. Namesto 30% izkoristka bomo lahko s kogeneracijo dosegli izkoristke od 70 do 80%.

- – K temu, koliko energije se porabi, bi dodal še izziv, o katerem se lahko še kasneje razmišlja. Svet je zelo nepravilno sestavljen, eni imajo veliko, drugi pa zelo malo. Eni tako porabijo zelo veliko energije, drugi pa zelo malo. Američani imajo več kot 100 jedrskih elektrarn. Z njimi proizvedejo manj kot 20% električne energije. Če bi hoteli tako proizvesti vso električno energijo, bi potrebovali 500 elektrarn. Če bi hoteli Indijci imeti enako količino električne energije, bi potrebovali 1500 velikih jedrskih elektrarn, kar je neizvedljivo. Verjetno ni niti urana dovolj. Tako bo ta nepravilnost ostala še dolgo časa.

- *Martinčič:* Tudi danes v tej diskusiji nismo našli končne rešitve za optimalno sožitje energetike in okolja. Končno to niti ni bil naš cilj. Želeli smo le naštetih probleme, se o njih pogovoriti in slišati čimveč različnih mnenj.

Vsem sodelujočim in poslušalcem se najlepše zahvaljujem.

SLOVENSKI MATEMATIKI IN FIZIKI PO SVETU

- *Povh:* Za prihodnost Slovenije je izredno važno, kako se vključiti v Evropo in obenem ohraniti svojo identiteto. Brez izmenjave strokovnjakov s tujino nikoli ni šlo in v bodočnosti bo šlo še manj, zato bomo danes diskutirali o tem, v kakšni obliki se bodo vključevali matematiki in fiziki v to izmenjavo. Upam, da bomo našli nove ideje, kako lahko nekaj od tega uresničimo. Za začetek sem prosil nekatere gospe in gospode za uvodna pojasnila k tej temi: g. Venclja, g. Zorca, g. Globevnika, g. Pisanskega, potem g. Žaklja, g. Valiča in g. Pirša, ki se ukvarjajo z uporabno fiziko, in še pet kolegov, ki se ukvarjajo z osnovno fiziko: g. Žekša, go. Mankoč, g. Trontlja, g. Rosina in g. Križana. Diskusijo bomo začeli z nekaj kvantitativnimi informacijami, da bomo vedeli, o čem govorimo. Tu imam seznam slovenskih

fizikov, matematikov in astronomov, ki stalno živijo v tujini in imajo dokaj uspešna mesta na univerzah in tako znamenitih mestih, kot so Bell Laboratories. Večina od teh so zunaj stalno zaposleni in se ne nameravajo vrniti. Skušal sem dobiti tudi podatke, koliko doktorandov in svežih postdoktorandov je v tujini. Tistih, ki študirajo računalništvo ali matematiko po svetu, je približno 23, trenutno so v Kanadi, Ameriki, Angliji, Franciji, Nemčiji. Naštel sem samo 13 fizikov in 2 astronoma v Parizu, kjer je g. Zorec.

Naredil sem predlog tem, o katerih bi govorili. Najvažnejša tema bi bila ta, da intelektualci morajo po svetu, če si hočejo nabirati izkušnje. Že od nekdaj je bilo tako. Edina izjema so Američani, ki se selijo od ene do druge univerze in imajo občutek, da so videli svet, medtem ko v Evropi tega ni in v Sloveniji še manj. Najvažnejše je torej, da se pogovorimo, kako se izmenjava študente in mlade doktorande s tujino. Vse druge točke so bolj tehnične: problem, kaj je zamenjava, je to sodelovanje v mednarodni kolaboraciji, je možno doseči recipročnost v zamenjavi, kajti raziskovalno delo v glavnem opravljajo doktorandi, študentje, to je najbolj efektiven način dela. Tako univerze ne morete sprazniti in vse poslati na tuje, treba je imeti dovolj ljudi, ki delajo doma. Potem bi še govorili o tem, kaj lahko Slovenci, ki živijo v tujini, prispevajo k tej izmenjavi, saj je jasno, da se je lažje povezati s Slovenci v tujini kot z drugimi. Na koncu bi omenil še neko disonanco v slovenski vzgoji intelektualcev: študij je zelo dolg. Zelo me moti magisterij z minimalno kreativnostjo, ko študentje pasivno poslušajo ljudi, ki se doma učijo iz knjig, kaj bodo predavali. To so tista leta, ko so ljudje najbolj ustvarjalni, in ta leta se izgubijo za učenje iz knjig. Danes se vsi prizadevajo za to, da ljudje promovirajo v drugi polovici dvajsetih let – idealno bi bilo, da se promovira med 25. in 27. letom.

Najprej bi prosil g. Venclja za nekaj besed, kajti v nekaterih pogledih bodo morali tudi vlada in politiki pomagati podpirati to sodelovanje.

- *Vencelj*: Izhajajoč iz tega, da je miza posvečena vprašanju slovenske matematike in fizike po svetu, bi to vprašanje še nekoliko razširil. Gre za vprašanje, kaj je to „slovenski” in seveda, kaj to pomeni v svetu. Vprašanje slovenstva in pojem biti Slovenec namreč ni tako preprosto, kot je videti na prvi pogled. Iz omenjenega seznama naših ljudi na tujem je sicer sledilo, da vanj gotovo spadajo, in tu nedvomno ni nobene napake, tisti, ki so kakorkoli šli skozi ljubljansko šolo ali imajo vsaj približen stik z njo. Vendar se mi zdi, da spadajo v ta seznam tudi tisti naši ljudje, ki sicer niso bili rojeni v Sloveniji in so v tujini kot emigranti, kot zdomci, mogoče tudi zamejci, vsekakor pa so po rodu Slovenci. Zato bi bilo dobro, da pojem biti Slovenec razširimo tudi na te ljudi. Dodatna naloga pa je, kako registrirati, povezati z novo slovensko državo slovenski intelektualni potencial v svetu na različnih področjih. Ne samo na področju znanosti, tudi na področju gospodarstva, politike, kulture, raznih socialnih aktivnosti, kajti povsod tu so nujne razširitve pojma Slovenec in povezave z domovino. Žal do sedaj

načina, ki bi omogočal sistematično urejanje tega, ni. To pripovedujem še posebej zato, ker je večina naših ljudi, ki so odšli v svet, bolj organizirana v tistem delu, ki ne spada neposredno v inteligenco v smislu visokošolsko izobraženih ljudi. Večinoma se ljudje v teh okoljih zbirajo v društvih, v katerih so v glavnem ljudje s srednjo izobrazbo, medtem ko se intelektualci zelo redko organizirano shajajo. To je ena od velikih težav pri nadaljnjem vzpostavljanju stikov in iskanju odnosov. Kot primer vam bom povedal svojo letošnjo izkušnjo iz Argentine. Bil sem v Barilocheu, kjer je znan južnoameriški in argentinski fizikalni center, in tam srečal Slovenca, ki ne zna slovensko, vendar se čuti Slovenca (njegova mati je Slovenka, oče Italijan, rojen pa je v Argentini), še zlasti potem, ko se je Slovenija osamosvojila. Tam vodi oddelek za vprašanja energije, zlasti na področju uporabe vodika. Zelo si želi imeti stike z ustreznimi inštitucijami pri nas in biti povezan v to širšo skupnost. O tem vam govorim samo za ilustracijo, njega zagotovo ni na tem seznamu. Takih ljudi, ne samo fizikov, srečujem kar veliko. Ko sem bil v Mendози, sem bil tudi na univerzi in v pogovoru z rektorjem sem odkril, da so tam trije profesorji Slovenci. Posledica tega je, da danes že obstaja dokument, ki povezuje univerzo v Mendози z univerzama v Ljubljani in Mariboru. Kamorkoli pridem, se odkrije kaj takega. Slovenci kot narod smo sicer majhni, rekel bi raje maloštevilni, kajti kot narod zagotovo nismo majhni, saj na Slovence naletim skoraj povsod, kamor pridem. Zato je ta seznam vsekakor neko jedro, ne more pa predstavljati tudi tistega, čemur bi dejansko lahko rekli: to so Slovenci v svetu. Za osvetlitev tega pojma pa sem navedel vso širino, ki je tukaj potrebna, in iskanja, ki so pred nami, da bomo lahko združili večino tega, kar je v svetu slovenskega.

Glede drugega vprašanja, kako obogatiti odnos med delom doma in v tujini in ga uporabiti za okrepitev tako stroke kot narodne zavesti, ker se drugo z drugim povezuje, sem postavil ministru dr. Bohincu vprašanje, kakšna bi bila možnost, da bi ob vseh teh izmenjavah, ki so že vidne, Slovenija odprla fonde, predvsem za dodatno podporo tem oblikam izmenjav. Za postdoktorski študij sicer v okviru ministrstva za znanost in tehnologijo obstaja neki fond, vendar lahko zanj kandidirajo ljudje, ki so doma. Moj predlog je bil, da bi ga razširili vsaj na tisti del, ki se imenuje Slovenci po svetu, z vso težavo definicije tega pojma. Sedaj se trudimo, da bi pripravili kriterije, ki jih zahteva tudi ustava slovenske države, z njimi bi opredelili pojem Slovenec po svetu ali bolje Slovenec po rodu. Slovenski kongres se je sicer trudil, da bi opravil del te naloge med intelektualci, vendar kljub temu da je bil letos že drugi (na Dunaju), kaj dosti dlje od deklariranega izhodišča ni prišel. To je naloga, ki ostaja, ne samo za področje matematike in fizike, temveč za širše pojmovano sfero.

● *Zorec*: Ko smo že pri tem, jaz sem Slovenec, rojen v Argentini, lahko bi bil rojen tudi kjerkoli v Evropi. Študiral sem v Argentini, sedaj pa že 18 let delam v Franciji. Na kratko bi povedal nekaj o tem, kaj pravzaprav

Francija lahko ponudi Slovencem. Pred letom sem imel priložnost, da sem na nekem kolokviju v francoskem senatu predstavil stike med Slovenijo in Francijo glede znanstvenih in tehnoloških izmenjav. Takrat sem videl, da je Francija poslala v Slovenijo dve ali tri delegacije in iz tega je izšel dokument, kjer Francija uradno pravi, da je v Sloveniji znanost na odličnem nivoju, potrebuje pa predvsem stike med znanostjo in industrijo, nekakšen most, ki bi mu morala Slovenija posvečati precej pozornosti. Iz tega je tudi razvidno, da je Francija danes pripravljena Sloveniji ponuditi možnost, da bi slovenski znanstveniki ali tehniki hodili v Francijo, in tudi pričakuje, da bi se Franciji na tak način utrla pot v Slovenijo. Kako priti v Francijo? Francija trenutno nima takega rednega sistema za postdoktorande. Da pa se povabiti ljudi, s tem da se prej navežejo stiki, in potem vsak inštitut dobi štipendije, ki jih razpišeta predvsem ministrstvo za zunanje zadeve in ministrstvo za znanost. Trenutno pa so še posebni programi, s katerimi se Francija pridružuje Evropski skupnosti pri programu za države vzhodne Evrope. Te možnosti se dajo uporabiti, vendar je treba najprej navezati stike. In to je zdaj vaša naloga. Ko sestavimo program, večkrat opazimo, da ni hitrega odziva, kot da bi vam sramežljivost ne dovoljevala povedati, kaj najbolj potrebujete. Tako so že večkrat skicirali razne projekte, potem pa so hoteli vedeti, kaj Slovenci potrebujejo na posameznem področju, da bi lahko to izpeljali. Marsikatera informacija po enem letu še vedno potuje. Doma bi se lahko bolj potrudili, točno formulirali, kaj potrebujete, in si potem prizadevali za tisto. Mi, ki delamo zunaj, imamo dovolj stikov in bi lahko dosegli marsikaj, ker bi vedeli, na koga se moramo obrniti. V tem primeru izredno dobro deluje slovenski veleposlanik v Franciji, ki ima odlične stike, in vi bi morali to priložnost izrabit. Povedal bi še nekaj, verjetno je tako povsod, ne samo v Franciji. Kandidatu za postdoktorsko leto se najprej pogledajo reference, število publikacij, kaj je ta človek naredil, kdo ga priporoča. Delo, ki ga ljudje opravljajo, mora biti takšno, da izhajajo iz njega tudi publikacije. Le tako lahko danes izbiramo: najprej samo preštejemo, koliko je kdo naredil, in šele potem, kaj. Žal je politika taka in tega ne smete pozabiti.

- *Globevnik*: Povedal bi nekaj o matematikih, kjer je zdaj situacija taka, da imamo enega samega človeka, ki se je odločil ostati v tujini. Potem imamo enega, ki je tam začasno, šest drugih z doktorati pa sem naštel, da so se že vrnili. To pa je bilo seveda takrat, ko je bilo mest na univerzi še dovolj. Sedaj je situacija drugačna, število razpoložljivih mest se zmanjšuje. Kot koordinator za matematiko na ministrstvu za znanost in tehnologijo sem se ukvarjal tudi s problemom stažistov. Tu obstaja temeljna dilema, ki je zame osebno sicer ni, vendar pa vsi niso takšnega mnjenja: V zadnjih letih imamo precejšnje število zelo talentiranih matematikov. Kako sedaj te ljudi pošiljati po svetu? Navidezna dilema je, če mislimo, da je treba vsakemu mlademu človeku omogočiti, da svoje sposobnosti razvije do svojih

osebnih meja. Potem moramo v skrajnem primeru sprejeti to, da vse pošljemo v tujino. V nekaterih smereh matematike jih sicer lahko šolamo doma, v drugih pa ne in jih moramo poslati v tujino. Pri tem pa se lahko zgodi, da jih v slabih razmerah pride nazaj samo majhen del, ker so pač tako dobri. Po moje je prva stvar mlademu človeku omogočiti, da razvije sposobnosti do svojih meja, tudi ob tveganju, da ostane zunaj. Zagotovo pa ne smemo delati tako, da bi zaradi želje, imeti doma znatno število še kar dobrih matematikov, ljudem ne pomagali po vseh močeh, če želijo v tujino. Raziskovalni stiki, ki jih imamo s sodelavci zunaj, so tako močni in kvalitetni, da imajo temu primerno tudi naša priporočila tolikšno težo, da lahko kogarkoli, ki je zadosti dober, spravimo na eno najboljših šol. Pri matematiki je tudi tako, da na podiplomskem študiju, ki poteka največkrat v Ameriki, ljudje postanejo asistenti in se v tem času sami vzdržujejo. Sedaj študira na različnih univerzah v tujini okrog 15 naših študentov. V zadnjem času se dogaja, da se pri nas zapirajo mesta. Eden od primerov je recimo na Univerzi v Mariboru, kjer so na Pedagoški fakulteti potrdili študij matematike. Naravno je bilo računati, da bodo za ta program odobrili tudi učiteljska mesta. Vendar so se pri tem pojavili resni problemi in sedaj je prvič prišlo do tega, da ne bo mogoče nastaviti za učitelja nekoga, ki se je vrnil s šolanja v tujini, kratko in malo zato, ker ni prostega mesta. Mesta so se torej začela zapirati in mislim, da bomo prišli v podobno situacijo, kot jo poznajo fiziki. Pri fizikih je sedaj seveda drugače, saj pri matematikih v Sloveniji nimamo nobenega polno zaposlenega raziskovalca, razen mladih raziskovalcev.

Pri prej omenjeni navidezni dilemi obstaja še poddilema: ko človek misli na vračanje, se vpraša, ali je treba oditi v tujino takoj po diplomi ali pa je bolje, da kandidat del podiplomskega študija naredi že tukaj. Zlasti ZDA so tako okolje, da se mora človek, če hoče preživeti, precej spremeniti in lahko, če pride tja premlad, postane na pol Amerikanec in želi potem tam ostati. Če gre kdo tja takoj po diplomi, pri 22 letih, ali pa potem pri 25, je to bistvena razlika. Vendar mislim, da dileme tudi tukaj ni, tja bi jih morali poslati takoj po diplomi. Toda o tem so mnjenja različna in tudi znotraj Oddelka za matematiko menijo nekateri, da je treba delati tudi doma, da se preveč ljudi ne odseli za zmeraj. Povedal bi samo še to, da sem si kot predstojnik oddelka vzel pravico, da sem vsem, ki študirajo matematiko v tujini, pisal in jih informiral o tem, kakšne so razmere pri nas za nova učiteljska mesta. To se mi je zdelo najmanj, kar je bilo treba narediti. Danes pa tudi ni več tiste sistemizacije, kot je bila včasih. Vemo sicer, kdaj bodo šli nekateri ljudje v pokoj in bodo sprostili delovna mesta. Vendar pa to ni dovolj. Če se ustanovi nov študij, kot so naredili v Mariboru, bi morali vnaprej vedeti, koliko novih delovnih mest bo vsako leto prostih. Tako bi lahko ljudi nastavljali organizirano. Letos smo npr. zaprosili ministrstvo za šest ali sedem učiteljskih mest, kolikor nam bi jih pripadalo po zakonskih

normativih, odobrili pa so nam eno. Poleg tega odobrijo mesto junija za nastavitve v oktobru, ljudje v tujini pa morajo vedeti že zgodaj spomladi, ali se bodo lahko vrnil ali ne. Tukaj smo v zelo hudih težavah in ne vem, kako jih bomo rešili. Zelo bi si želel sistemizacije, tako da bi lahko napravili pametno kadrovske projekcije, ki jo sedaj lahko delamo samo na segmentu upokojitve.

- – O tem, kar ste povedali, imam dosti izkušenj, ker ljudem večkrat pomagam, da dobijo mesta, ne samo v zvezi z biologijo. Povem jim iz lastnih izkušenj, da morajo biti pripravljeni, da se nikoli več ne bodo vrnil, če se odločijo po diplomi oditi v tujino delat doktorat. Teh primerov je dosti. Povedal bi še, da g. Gobec v Clevelandu sestavlja seznam, kaj so Slovenci po rodu k čemu prispevali. Verjetno bi bila to dobra informacija o tem, kaj delajo Slovenci po rodu, vendar se mi zdi, da gre za bolj epičen prikaz.

- – V angleščini je izdal knjigo Slovenska dediščina, ki je zbirka tistega, kar so prispevali Slovenci po rodu v različnih delih kulturnega, znanstvenega, političnega in gospodarskega življenja. Ima zelo velik arhiv, v katerem so ti podatki zbrani, in sedaj pripravlja novo izdajo. Seveda, kot ste rekli, nekoliko iz epičnega zornega kota, tudi tokrat le košček slovenskega pri ljudeh, ki so poznani v svetu. To je samo ena od možnih dimenzij, vendar je boljše to kot pa nič.

- *Pisanski:* Stvari se spreminjajo, postajamo odprti in slovenskih znanstvenikov je v svetu vsak dan več. Če je bil v času, ko je odšel na tuje prof. Povh, odhod v tujino če že ne ravno zločin, pa vsaj nekaj, kar od države ni bilo blagoslovljeno, je to sedaj nekaj normalnega, kontrole nad tem ni. Prepričan sem, da je v vaših časih udba imela seznam, koliko je slovenskih znanstvenikov po svetu, ki bi ga sedaj lahko pokazali.

Vlogo slovenskih znanstvenikov v tujini bi lahko razdelil na dva dela. Prvi del sta obravnavala že prva govornika, to je v bistvu pomoč pri političnih stikih, navezovanju formalnih stikov, od katerih pa ne pričakujem dosti. Spoštujem delo ministrov in sekretarjev, vendar imam kot človek, ki se s tem ukvarja, pred tem nekakšen strah in mislim, da so glavna stvar osebni stiki med znanstveniki tukaj in v tujini. Popolnoma se strinjam z vašo prvo točko, da je tukaj nekaj zatohlega in to je treba prevetriti. Ti stiki s tujino prek študentov in podoktorjev se morajo okrepiti. Na žalost pa je pri tem tako, da je glavna stvar stroka. Če je kdo poleg tega še Slovenec, je najbrž lažje navezati stike, vendar je prva stvar stroka in sodelovati moramo tam, kjer smo strokovno močni, drugo pa pride samo po sebi. Ministrstvo za znanost je pred letom ali dvema prvič uvedlo podpiranje podoktorjev, ki hodijo v tujino. To je zelo pohvalno, kajti trenutna politika je, da naj bi doktorirali tukaj, če je to področje dovolj razvito, in fizika mislim, da je. Potem pa naj bi se jim omogočilo eno do dveletno bivanje v tujini z državno podporo, seveda samo najboljšim. In tukaj je treba navezati stike

in stiki s Slovenci so pač lažji. Značilno pa je, kakšni ugovori se pojavljajo ob uvajanju takšnega programa. Prvo vprašanje je, kakšna je garancija, da se bo človek vrnil. Garancije ni. Tako imamo spet dve možnosti: da imamo garancijo in postavimo spet ograjo na Karavankah ter pustimo skozi samo tiste, ki si to upajo, ali pa nimamo nobene garancije. Garancija za to, da se ti stiki ohranjajo, pa je, da imamo tukaj zadosti razvito znanost in njeno financiranje. To je osnovni pogoj, nekaj jih pač ostane zunaj, stiki pa se ohranjajo.

Druga vloga, ki jo vidim pri naših znanstvenikih, ki so uveljavljeni v tujini, je, da bi pomagali pri visoko strokovnem podiplomskem pouku tukaj. Na žalost so stvari pri nas take, da to ta hip ne gre. Vendar mislim, da se stvari že premikajo v pravo smer, da se bo to nekako uredilo. Prepričan sem, da bi se vidva (prof. Povh in prof. Zorec) z veseljem odzvala, če bi vaju povabili, da bi v enem semestru naredila dvakrat po štirinajst dni kurz za podiplomske študente. Na žalost pa je pri nas zdajo tako, da univerza ne povabi na predavanja niti ljudi iz sosednjega inštituta. Vendar mislim, da se bo to spremenilo. Strinjam pa se s tem, da bi morali, če bi hoteli, da vse to funkcionira, imeti sistem študija približno tak, kot je po svetu. To, da pri nas ljudje doktorirajo pri 35. letu, poruši vse sisteme, kajti tak človek lahko potem samo še sedi nekje za mizo in čaka na penzijo. Strinjam se z vami, da je treba magisterij ukiniti, in po zakonu obstaja možnost, da se ga ne dela. Sedaj je važno samo to, kako se bo ta zakon izvajal. Če bo to samo izjema, potem ni s tem narejeno nič, če pa se bo zakon izvajal zares, bi lahko prišli do tega, da se doktorira pri 28 letih, kar bi bilo vsaj znosno, če že ne v redu.

- – Povedal bi samo nekaj v zvezi s tem, kar je govoril prof. Globevnik. Z njim se strinjam, treba je pošiljati mlade, in to najboljše, v tujino, vendar mislim, da jim je treba zagotoviti tudi doma čimboljše možnosti. Naša dolžnost je, da jim omogočimo vrnitev. Hkrati je naša dolžnost tudi, da naredimo podiplomski študij in doktorate čimbolj kvalitetne, potem potreba po tem, da bi naši najboljši odhajali v tujino, ne bi bila tako velika.

- *Globevnik*: Veseli me, da ste uporabili besedi: zagotovi možnosti. Posamezniku, ki gre v tujino, to ne zagotovi nič. Te slike, da pošljamo nekoga v tujino, da bo postal profesor ali nadprofesor, nikjer ni in tudi tukaj je ne more biti. Ampak možnosti pa morajo biti zagotovljene, da lahko enakovredno tekmuje z drugimi.

- *Žakelj*: Prihajam iz industrije. Naša delovna organizacija je vedno navezovala stike s tujino in smo tudi pošiljali ljudi ven, najmanj na podiplomski študij do magisterija. Nekateri so bili za to plačani, nekateri so si morali študij plačati sami. Tako smo hodili ven, bili od dveh do petih let po Nemčiji, Švedski, Ameriki in nabirali izkušnje. Tudi jezikovne, ki so za nas pri zbiranju informacij izredno pomembne. Danes znamo zbirati informacije v petih do sedmih jezikih. Rekel bi, da je zdaj vračanje teh ljudi res

zelo negotovo; tudi pri nas imamo ljudi, ki so odšli na študij v tujino in so se že nekako izgubili.

Glede na včerajšnjo temo, ki je nekako linearno povezovala univerzo, inštitute in industrijo ter na koncu državo, bi problem postavil bolj v matrično obliko, da bi se moglo med temi štirimi elementi poljubno koordinirati. In v tem stilu bi lahko poslali ven tudi pravnike in ekonomiste v upanju, da se ne bodo nikoli vrnili. Ker je tako veliko slabih in tako veliko poklicanih, da bi vodili podjetja, jih vodili pošteno. Medtem pa doživljamo tehniki in fiziki, ti še posebej, ker se na naravo bolje razumejo, da je vsaka pravnica dvakrat bolje plačana kot tisti, ki je firmo ustanovil. Včeraj smo pozabili povedati, da ima pod drugo točko, če rečem, da je bila prva povezovalna matrična oblika ali krog med državo, univerzo, inštituti in industrijo, univerza zelo veliko in odgovorno vlogo, prav tako pa tudi šolstvo v vzgojnem smislu. Spominjam se dogodka iz šole, ob katerem nam je profesor Kuščer zelo veliko povedal. Nekdo je prepisoval in profesor mu je naredil črno piko ter mu dejal, naj se prepiše na pravo. In se je, ker na fiziki ne bi mogel uspeti. V tem smislu bi šel lahko k tretji točki. Moralna razkrojenost družbe je pri nas tako korenita, da je nastala v povezovalnem krogu teh štirih elementov velika kriza, ki jo bomo čutili še zelo dolgo. Na delovnem mestu vidim, da se često sploh ne gleda po sposobnostih, po kvaliteti, temveč tudi politično. Nekoč sem dobil zelo oster ukor, ker sem sprejel človeka, za katerega so rekli, da ima več desnih rok, čez tri tedne pa so mi povedali, da sem naredil veliko napako, ker sem ga vzel, zato ker je bil mežnar. Četrtrič: povedal bi, da so bili pri nas osnovni ustvarjalci dobrin vseskozi zanemarjeni. V tem smislu lahko rečem, da se inovatorjev in dejanskih ustvarjalcev, ki so nujno potrebni, da naredijo eksperiment, nikoli zadosti ne ceni. Petič, pri nas se sploh ne zavedamo pomembnosti tehnologije, tehnoloških inštitutov. Če je npr. MIT primer, kjer se recimo vede o materialih (Material Sciences) že dolgo zelo dobro zavedajo, je pri nas glede tega praznina. Marketing je druga luknja. V nekem smislu nimamo pravih marketinških ljudi. Imamo pa množico prodajalcev po tovarnah, ki so bili na ta mesta postavljeni predvsem zato, ker so bili pravi, da se je dalo pobirati tisto, kar se je pobralo. Šestič: tudi organizacija ali razpis kakšne tehnične problematike šepa. Pri nas si nekateri izmišljujejo probleme in jih potem rešujejo v svojem vrtilčku. Za popoln uspeh je vedno potreben časovni plan (timing). Čisto vseeno je, ali gledamo skok v daljavo ali višino, vse skupaj je treba napraviti pravi čas. In druga stvar, kompletnost dela. Včerajšnja diskusija verjetno ni pokazala na kompletnost dela, ki inštitutom nadvse manjka. Inštitut ne zna napraviti tehnološke dokumentacije za noben izdelek. Če bomo poslali ljudi v inozemstvo ali pa če bodo ostali doma, kjer bodo samo, da karikiram, reševali Schrödingerjevo enačbo, s tem še ne bomo nič dosegli. Poskrbeti je treba za kompletnost dela: idejo, ki jo imam že za kapital, je treba pravilno prenesti skozi projektno vodenje do prave realizacije. Šele takrat, ko smo

si z realizirano idejo povrnili vse stroške, šele takrat je dovoljeno jemati iz vsote razpoložljivega denarja. Prej pa je treba ravnati z denarjem zelo previdno. To govorim iz lastne izkušnje, ker se je tudi pri nas dogajao, da smo na koncu, ko smo hoteli izračunati stroške, ugotovili, da so nekateri porabili že toliko denarja, da izgube ne bi mogli nikoli pokriti. Veste, kako zelo lahko se razvojna naloga podaljša, kako zelo je razvijalec nagnjen k temu, da noče in noče končati projekta, ker bi ga kar naprej izboljševal. Tu je naredil naš sistem odločilno napako, ker ni vpeljal podjetništva zadosti zgodaj. Investitor kapitalist je tisti, ki odloča, koliko časa se bo razvijalec igral z njegovim denarjem. On je tisti, ki izbere projektne vodjo, in če ne dela dovolj dobro, ga odstrani. Projektni vodja pa je tisti, ki izbira raziskovalce in razvijalce ter išče pravo rešitev. Hotel sem povedati samo to, da je ključno za nadaljnji razvoj in delo, da bomo imeli to lupino, v kateri živimo, pravilno smiselno zaključeno. Zveza inženirjev in tehnikov Slovenije opozarja na to problematiko že dvajset let, vendar njenih opozoril nihče noče slišati. Ta zadeva se da zelo jasno povedati tudi na kratko: Mi govorimo, karavana gre dalje. Zato bi vprašal, ali je sploh vredno na te stvari opozarjati, če se potem to nikjer ne zapiše. Če se te strnjene misli, ki so pravi žulji naše družbe, ne bodo uresničile, potem je v resnici škoda ljudi izobraževati tako za delo doma kot za tujino, ali za image Slovenije ali za naše boljše življenje.

- *Povh*: Če sem prav razumel to zvezo s Slovenci v svetu, mislim, da je to tako: v svetu od normalnih promoviranih fizikov 25–30% konča na univerzah. Preostali gredo v druge panoge. V Sloveniji pa verjetnost, da dobi fizik ekvivalentno mesto in da je njegova izobrazba v industriji zares potrebna, dosti manjša. Moji doktorandi gredo danes recimo v računalništvo ali pa v prodajo, kjer je ob smislu za fiziko treba obvladati vse moderne metode organizacije in menedžmenta. Ko je bilo v Nemčiji po vojni še vse razdrto, so npr. doktorandi sami razvijali najbolj primitivne tehnične stvari, torej je bila vzgoja zelo tehnično usmerjena. Tudi če fizikalen rezultat doktorata ni bil najbolj revolucionaren, dobra pa je bila tehnična izpeljava, je bil doktorat dober. Za razvite države je tipično ravno to, da honorirajo intelektualno delo, ki gre v proizvodnjo, enako kot intelektualno delo, ki gre v osnovne raziskave. Prav to pa je v Sloveniji boleča točka, kajti manjka ji infrastruktura, te pa nima zaradi petdeset let napačne politike.

- *Žakelj*: Naj sklenem v tem duhu: pri nas v industriji npr. sploh nismo imeli časa, da bi razvili kateregakoli doktoranda, ker je bilo treba delati za konkretne rezultate v projektne smislu. Dr. Lukač je bil edini, ki smo mu dali to možnost, je pa ne bi imel, če ne bi bil ušel v Ameriko. Pomembno se mi zdi še to: bolj ko izobražujemo takega človeka, vedno bolj ozko bo usmerjen, industrija pa potrebuje širokega človeka. Pojavljajo se namreč problemi, ki jih je treba včasih v danem času rešiti bolj intuitivno kot pa znanstveno, in takrat potrebujemo predvsem širokega človeka.

● *Mankoč*: Vesela sem, da je pripravljenost mnogih fizikov po svetu za intenzivno sodelovanje z nami zelo velika. So narodi, kot npr. Poljaki ali Hrvati, ki so to povezavo med svojimi ljudmi v svetu in doma dosti bolje izrabili in uredili, kot je to uspelo nam. Zato se teh organiziranih začetkov stikov veselim. Kakšna bi bila konkretna pomoč? Oddelek za fiziko je letos v okviru ljubljanske univerze prek Evropskega fizikalnega društva vstopil v skupino evropskih univerz, ki izmenjuje študente. Pogoji je, da odpreš programe, jih pošlješ v Manchestrsko bazo, tam pa te sprejmejo glede na kvaliteto predavanj, kot jih pač ocenijo. Pri tem bi bila zelo dobrodošla pomoč slovenskih fizikov od drugod, kajti doma vsaj na dodiplomskem študiju obstajajo težave zaradi jezika. Na podiplomskem študiju lahko sprejmemo tudi take tuje študente, ki ne govorijo slovensko. Druga pomoč bi bila lahko pri denarju. Bilo je dosti več kandidatov, šest študentov je hotelo za celo leto ali za polovico leta v tujino, in dosti premalo denarja, ki ga je prispeval sklad prek EPS. Pri tem bi lahko pomagalo naše ministrstvo, morebiti pa bi se našlo kaj denarja tudi pri tistih državah, ki bi lahko sprejele naše študente. Za postdoktorski študij v Ameriki se na fiziki osnovnih delcev možnosti omejujejo, ker je Amerika zmanjšala sredstva v ta namen, pa tudi precej ljudi iz vzhodne Evrope, predvsem iz Rusije, je zasedlo ta mesta. V prihodnje bomo lahko dobili taka mesta le, če bomo imeli tam prijatelje. To so lahko kolegi, s katerimi že sodelujemo, in nekaj takih univerz imamo. Posebej dobri prijatelji pa mislim, da so naši Slovenci, in to bi nam seveda tudi lahko pomagalo. Bilo bi dobro, da bi fiziki tudi od drugod prišli k nam. Zato bi morali imeti odprta postdoktorska mesta tudi pri nas in upam, da bo do tega prej ali slej prišlo. Mogoče pa bi se dalo za Slovence, ki so zunaj, narediti, da bi prišli za eno leto na postdoktorski študij, mogoče celo profesorji, ki bi prišli za krajšo dobo. Pri vsem tem nam spet lahko pomagajo rojaki. Zelo pomembno se mi zdi, da jim potem priskrbimo mesta, ki bi jih moralo biti največ na voljo v industriji. Industrija je tista, ki je pomembna. Ne smemo se pogovarjati samo o tem, kako pošiljati ljudi v tujino, zato da se bodo potem spet vrnili na univerze in inštitute, ampak tudi o tem, da bi prišli nazaj in delali v industriji, ki bi potem lahko univerze in inštitute vzdrževala, kajti drugače univerz in inštitutov ne bo.

● *Rosina*: Dotaknil se bom teme izmenjava postdoktorskih znanstvenikov. Mislim, da mora stvar postati prej ali slej recipročna: če hočemo, da bo odšlo več naših, moramo omogočiti tudi gostom, da bi prišli recimo na dveletna postdoktorska mesta. Več ko jih bo prišlo k nam, lažje bomo naše poslali na tuje. Treba je zagotoviti denar, treba je prepričati ministrstvo in druge, da je stvar recipročna in da bodo zagotovili postdoktorske plače za dveletna postdoktorska gostovanja. Tukaj mora iti stvar paralelno za Slovence in Neslovence. Lažje bo sicer dobiti nekatere Slovence, lažje bo tudi argumentirati, da dajo denar zanje, tako da gre to lahko po dveh paralelnih tirih. Ampak bistvena vsebina je ista: da pridobimo postdoktorske goste.

Zavedati se moramo, da bo pri nas plača bistveno nižja kot v državah, kjer so navajeni gostovati. Torej moramo biti dovolj privlačni, da bodo prišli dobri. Lahko dobimo slabe, tega pa nočemo. Želimo dobiti srednje dobre in najboljše. Najlažje jih bomo pritegnili s tem, da jim ponudimo teme, za katere so zainteresirani. Nekaj takih tem je pri nas razvitih in so tudi na taki ravni, da bi bile zanimive za tuje goste. Druga privlačnost je zlasti za Slovence, ki so recimo emigranti, zdomci ali potomci takih, da preživijo dve leti svojega življenja v Sloveniji. Tretja stvar: sem pa tja lahko dobimo kakšne odlične ljudi, ki imajo radi hribe in lepo naravo in so za to pripravljeni potrpeti dve leti ob nižji plači, da lahko uživajo v okolju. Vse to je treba porabiti, da pritegnemo postdoktorske goste k nam, čeprav je plača nižja. Moramo se zavedati, da je to resen problem: prvič denar sploh dobiti in drugič kljub nizki plači pritegniti dobre goste. Ena stvar je torej reklama med Slovenci po svetu, druga pa splošna promocija Slovenije, pri kateri pa lahko mnogi Slovenci po svetu pomagajo. Morda ne bi bilo neumno, poslati jim kako knjigo, kjer bi jim prikazali vlogo Slovenije v znanosti v preteklosti. Večinoma se govori o šolah, kot so oxfordska, kopenhavnska – večje dežele so imele v preteklosti znanost centralizirano. Za preteklost ne moramo pokazati takšne centralizacije, lahko pa jim podamo prikaz slovenskih znanstvenikov in način, kako so bili vpeti v evropski kulturni in znanstveni prostor. Za tako promocijo bi bilo dobro poslati Slovincem v tujini knjižico tipa Sto slovenskih znanstvenikov, pa tudi v angleščini bi morali pripraviti primerno poljudno brošuro, ne tako obsežno delo, kot sem ga omenil v začetku, ki bi pokazalo, da smo bili in še znamo biti vpeti v znanstveni prostor Evrope.

- *Križan:* Povedal bom nekaj na temo točke dve, nekaj, kar po moje zelo dobro deluje. Sem namreč fizik osnovnih delcev in fizika osnovnih delcev je veda, ki že desetletja ne deluje drugače, kot da se ljudje petih ali šestih velikih centrov najdejo, skupaj pripravijo eksperiment in ga potem ovrednotijo. Drugačno delo sploh ni možno. Kakšen je torej tipičen doktorat v takšni mednarodni raziskovalni skupini? Naši doktorandi preživijo del svojega časa v enem izmed mednarodnih raziskovalnih centrov, tam opravijo meritve, se vrnejo domov, kjer meritve analizirajo in nato, ko imajo delen ali končen rezultat, poročajo na sestankih take mednarodne skupine, ki je v bistvu kot manjši kongres. Srečamo se z ljudmi, ki delajo pri isti stvari in so zelo strogi sodniki tistega, kar poveš. To je pomemben aspekt – pritisk na kvaliteto doktorandovega dela. Po drugi strani takšen način dela omogoča, da je tudi doktorska komisija lahko razširjena z zunanjim članom, ki zaradi tega, ker prinaša svež veter, ker je navadno od drugod in ker je doktorat navadno v angleščini, lahko tudi resno in detajlno prebere doktorandovo delo. Obe funkciji sta bistveni pri kvaliteti takega doktorata. Predvsem pa je pomembno, da je tak doktorand še vedno naš doktorand. Doktoriral je na Univerzi v Ljubljani in na tej univerzi ali v industriji v okolici, ki bi ga

bila pripravljena sprejeti, bo tudi ostal. Tako smo človeka šolali na vrhunski ravni, del časa je preživel v zelo stimulativnem okolju in vendar je ostal vezan na Slovenijo.

- – Prej smo govorili o industriji, rad bi povedal samo nekaj o vključevanju Slovencev v mednarodne inštitute. Pred desetimi leti je te stvari financirala kaka fondacija ali država in raziskovalno delo smo si razdelili, vsak je dobil posamezen del projekta in potem naslednje leto poročal, kaj je naredil. Zadeva se je bistveno spremenila pred nekaj leti, ko ni bilo več denarja za to vrsto dela. Organizacijo so prevzele zasebne družbe, razne banke, in zadeva se je zreducirala na podjetniški odnos med raziskovalcem, naročnikom in izvajalcem. Tam smo bili Slovenci večkrat odrinjeni. Kot primer naj navedem Fraunhoferjev inštitut v Saarbrücknu, kjer je inštitut za defektoskopijo, z njimi sem sodeloval na področju jedrske varnosti s teoretičnim delom, oni z meritvami. Potem se je pojavil financer za določen projekt iz Francije, nas izrinil s pomočjo velikega podjetja EDF, ki ima neprimerno večjo kapaciteto. On je seveda financiral svojega človeka. Posledica tega je, da se rezultati ne objavljajo več javno, ostal je samo podjetniški odnos, ki je poslovna skrivnost. Če govorimo o sodelovanju fizikov s tujino, moramo govoriti o izobraževanju, o čemer smo sedaj govorili, tukaj pa je šlo za konkretno delo pri raziskovalnem projektu, ki je nekje vmes med strogo univerzo in čisto uporabniško industrijo.

- *Trontelj*: Naša pomembna naloga je kar najbolje pripraviti mlade, da bodo lahko pomagali na vseh nivojih v Sloveniji. Tukaj so zelo važni stiki s tujino. Mislim pa, da se morajo pri tem tudi mladi nekoliko potruditi in imeti iniciativo. Če se ne potrudijo, potem tudi nima smisla, da pride do stikov. Pri tem trudu lahko danes konkretno pomagamo mladim tako, da organiziramo elektronsko pošto, kjer se bodo zbirale informacije. Če bi imeli urednika za zbiranje in izmenjavo elektronske pošte, v katero bi vključili tudi vse Slovence po svetu, bi imeli zelo hitro večino potrebnih informacij.

- *Čadež*: Opozoril bi na nekaj, kar se mi zdi malo krivično. Ko govorimo o Slovencih po svetu, pozabljamo na Slovence, ki so ostali v delu bivše Jugoslavije, ki je zunaj Slovenije. Takih Slovencev je zelo veliko in veliko od njih je zelo dobrih fizikov. Prihajam z inštituta za fiziko iz Beograda in poznam več svojih kolegov, ki so zelo kvalitetni, ki so se sicer razvijali v drugačnem okolju od tistega, o kakršnem govorimo sedaj, vendar smo bili v isti državi. Imeli smo podobne možnosti za razvoj znanosti in imamo nekako podobne občutke, tako za odnose z industrijo kot za mednarodno sodelovanje itn. Mislim, da je po svoje škoda, da tudi ministrstvo za Slovence zunaj Slovenije redno pozablja na Slovence iz drugih republik nekdanje Jugoslavije. Mislim tudi, da ni dobro pozabiti na Slovence v bivši Jugoslaviji, ko govorimo o sodelovanju s slovenskimi matematiki, fiziki in astronomi. Imam vtis, da so se tu ustvarile politične bariere, ker je današnji čas zelo občutljiv za tako sodelovanje. Vendar je to potencial, ki ga ne

gre zanemariti, lahko je zelo koristen ravno zaradi tega, ker so bili projekti v Sloveniji podobni projektom v drugih mestih Jugoslavije, razvijala so se druga področja fizike. Želja po sodelovanju s Slovenijo je zelo močna, ovire pa so zaradi sedanje situacije na žalost večje, kot pa so za sodelovanje s Slovenci po svetu. Mislim, da bi lahko z enostavnimi mehanizmi omogočili, da bi bili ti stiki lažji in na splošno koristni. Imam še konkreten predlog. Svoj čas se je omenjala lepa ideja o tretji univerzi. To je gotovo stvar, ki potrebuje več časa in temeljite organizacijske priprave, v vmesnem času pa bi bilo zelo preprosto organizirati kakšen tip poletne šole, poletnega centra, v katerem bi se lahko ljudje srečevali s slovenskimi znanstveniki po svetu, zbrali bi se poleti na nekakšnem „workshopu“, ki bi se ga udeležili tudi študentje. Obstajal bi program, podobno kot npr. na Centru za teoretično fiziko v Trstu. Tam bi lahko slovenski znanstveniki iz tujine zelo aktivno sodelovali, brez velikega aranžmaja, tako kot je rekel prof. Rosina, tudi zaradi velike ljubezni do dežele, do okolice. Mislim, da je v Sloveniji takšnih lepih lokacij zelo veliko, npr. starih gradov, kjer bi se tak center lahko formiral.

- *Mankoč:* Jasno, da ste naši Slovenci in smo Slovenci ne glede na to, kje se nahajamo, ali so to predeli bivše Jugoslavije ali drugi deli sveta. Upam, da tudi ni ovire za fizike, čisto vseeno je, iz katerih krajev prihajajo. Mislim, da bo do tega prej ali slej prišlo, mislim pa tudi, da vzdržujemo stike s kolegi iz Beograda, Zagreba, Sarajeva in od drugod. Na vas nismo pozabili, mi je pa zelo žal, da tega nismo omenili.

- *Povh:* Mislim, da je bila okrogla miza zelo koristna, bolj ali manj smo vsaj konstruktivno razjasnili probleme. Pridružujem se mnenju, da je sedaj treba to nadaljevati z močno informacijo, informatika je zelo važna. Rad pa bi povedal nekaj besed v zvezi s tem, o čemer je govoril prof. Žakelj. Zdi se mi, da nam v Sloveniji manjka pravilna struktura v znanstveni politiki, vsaj jaz je nisem nikoli videl. Zato bi se bilo treba informirati, kako so organizirana raziskovalna dela po svetu. Videli smo, da je na nivoju univerze in osnovnih raziskav situacija skorajda izredno dobra. V Nemčiji npr. je raziskovalno delo razdeljeno na tri dele. Najprej so osnovne raziskave, kjer je poleg univerz glaven Max Planck Gesellschaft, potem za povezavo med osnovnimi in industrijskimi raziskavami skrbi Fraunhofer Gesellschaft, to so inštituti, ki jih 50-odstotno financira država, polovico pa morajo zaslužiti sami s tem, kar so ustvarili. Na koncu pa so še razvojni inštituti v industriji. Ti so direktno vezani na to, da se vzdržujejo bolj ali manj sami. Imajo pa še vedno veliko podporo države. Brž ko se država odloči, da bi imela npr. čipe ali računalnike, gre vse direktno v razvojno industrijo. Po moje je nemoralno, da se meša različne cilje – na IJS se meša malo osnovnih raziskav, malo se dela za aplikacije in ni pravega računa. Zato bi morali ustanoviti nekakšen inštitut, podoben kot je Fraunhofer Gesellschaft, torej aplikativna fizika, usmerjena v uporabo, pa bi dobili večjo podporo države. Potem pa je

seveda vprašanje ekonomske politike, kaj je podpora za razvoj v industriji. Iz današnje diskusije sledi, da je univerza tukaj izredno dobra, tudi zato, ker je izmenjava s tujino dobra. Treba pa je zelo podpreti aplikativne raziskave, vendar jih ne mešati z osnovnimi in jih ne uničiti. Treba je podpreti raziskave v industriji in premisliti, kaj je zmožna industrija narediti sama in kaj je treba podpirati.

UNIVERZA – INŠTITUTI – INDUSTRIJA

- *Trontelj*: Na začetku naj predstavim kolege, ki bodo podali izhodiščne misli: prof. J. Globevnik je predstavnik Oddelka za matematiko, prof. M. Čopič je predstavnik Oddelka za fiziko, dr. D. Zavrtanik je direktor Inštituta J. Stefan, prof. T. Pisanski prihaja iz Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko, prof. M. Robnik je predstojnik Centra za aplikativno matematiko in teoretično fiziko pri univerzi v Mariboru, dr. Brudar je bil dolga leta aktiven v industriji, dr. Lukač dela v Fotoni (včasih so rekli Iskra-Elektrooptika), prof. B. Borštnik prihaja iz Kemijskega inštituta. Vsak od kolegov za omizjem bo povedal, kako si zamišlja povezavo med temi tremi segmenti, kaj misli, da je narobe, kaj bi se dalo popraviti, pa morda tudi, kaj je dobro.

- *Globevnik*: Oddelek za matematiko in mehaniko ima zelo dobro povezavo z Inštitutom za matematiko, fiziko in mehaniko, na katerem teče pravzaprav vse organizirano raziskovalno delo, torej delo, ki ga financira ministrstvo za znanost in tehnologijo. To sodelovanje je tesno in utečeno, na teh relacijah ni problemov in jih tudi vnaprej ne bi smelo biti, kajti trudimo se, da nekatere večje stvari skupaj financiramo in se z njimi ukvarjamo. To je predvsem matematična knjižnica, za katero skrbimo in so skrbeli dolga leta, tako da je zares dobra. Tu so še nekatere baze podatkov, za katere skrbimo, ker se veliko uporabljajo, in še INDOK služba. Povedati moram, da na Oddelku za matematiko in mehaniko ni takega raziskovalnega dela, ki bi potekalo v okviru raziskovalnih nalog. Matematika tudi nima nobenega polno zaposlenega raziskovalca, razen seveda mladih raziskovalcev, ki se izobražujejo. Tako so vsi, ki raziskujejo, zaposleni na eni od obeh univerz.

Kako je z matematiko v povezavi z industrijo? Eno od vlog matematika vidim pač v tem, da je v industriji recimo polno zaposlen in rešuje konkretne probleme od začetka do konca. Druga in po moje nič manj pomembna vloga pa je v tem, kako se lotimo reševanja problema: matematiki smo šolani tako, da skušamo zelo hitro videti sistem, zadeve strukturiramo, jih uredimo itn. Sam sem bil skoraj 20 let v službi na gradbeni fakulteti, tako da imam s kolegi od tam tesne stike, tesne stike imam tudi s kolegi iz strojništva in v veliko primerih se je pokazalo, da sem jim samo z diskusijo pomagal formulirati njihove probleme v obliko, ki je bila potem toliko dodelana, da so se je lahko lotili sami z obstoječimi matematičnimi in računalniškimi

metodami. Menim, da bi bilo pri takem delu dobro, če bi bil oddelek z industrijo bolj povezan, za kar pa je seveda treba, da se pojavijo potrebe v industriji. V Ameriki sem dostikrat slišal, da si lahko z matematikom zelo veliko pomagajo, ker je neobremenjen z nepotrebnim balastom in se lahko na konkretne situacije zelo hitro adaptira, vidi rešitev problema ter s tem zelo pomaga. Ne vem, ali se pri nas ljudje iz drugih strok zavedajo te prednosti matematikov. Mislim, da premalo, in v tem smislu vidim tisto povezavo, ki bi si jo želel. Naši delavci z Oddelka za matematiko bi bili verjetno iskreno za to, sam bi kakšen dan v tednu prav z veseljem namenil temu, kajti to bi mi dalo občutek koristnosti pri konkretnih problemih. Vendar kljub tej pripravljenosti tega nisem nikoli doživel, nikoli me ni nihče prišel nič takega vprašat, razen seveda tistih kolegov, ki sem jih v bistvu na začetku sam malo silil in so potem videli, da jim lahko precej pomagam. To bi bilo pravzaprav vse, kar sem hotel povedati. Organiziranega sodelovanja z industrijo torej ni, so pa posamezni člani v okviru inštituta povezani z industrijo.

- Čopič: Osnovna funkcija univerze je seveda pouk in za to, da se lahko uspešno poučuje, so nujne osnovne raziskave. O tem ne more biti nobenega dvoma. Naloga inštitutov pa so tako osnovne kot aplikativne raziskave, industrija pa naj bi izvajala svoj lastni razvoj. Tukaj pa že vidim problem. Kaj so osnovne raziskave, kaj so aplikativne raziskave in kaj je razvoj. Pogledi ljudi predvsem iz industrije in nas z univerze in inštitutov so močno različni in zelo težko se je sploh dogovoriti o definicijah. Tipično je, da industrija imenuje tisto, čemur mi rečemo aplikativna raziskava, osnovno, čemur pa mi pravimo razvoj ali celo spremljanje proizvodnje, pa ima industrija za aplikativne raziskave. To je nekaj, kar močno otežuje pogovor.

Če pogledamo relacijo univerza-industrija v luči izobraževanja fizikov, ki naj bi delali tudi v industriji, mislimo, da je treba izobraževati relativno široke profile z osnovnim znanjem, študente moramo naučiti, da se znajdejo, da se znajo naprej učiti sami. Po drugi strani pa prihajajo od industrije pogosto pripombe, da je znanje, ki ga dobijo študentje na univerzi, preveč široko, premalo specifično, da znajo študentje premalo, da sploh ne znajo začeti delati. To je spet problem, ki ga najbrž ni tako lahko rešiti. Popolnoma normalno se mi zdi, da industrija v razvitih okoljih celo človeka z doktoratom najprej pol ali eno leto izobražuje za tisto specifično delo, ki ga bo tam opravljal. Recimo za Hewlett-Packard vem, da ima to urejeno čisto sistematično, kdorkoli pride tja, gre najprej v šolo. To ima seveda to prednost, da univerzitetno znanje ne bo zastarelo. Če človeka predvsem naučimo, da začne sam misliti in se zna znajti naprej v življenju, bo mogoče lahko vso kariero uspešno deloval. Najbrž bi lahko univerza tudi direktno sodelovala z industrijo, tu mislim predvsem na konkretno sodelovanje. V naših oddelkih nekaj tega je, vendar še ne dovolj, in najbrž mi sami nismo dovolj usposobljeni za kako širše svetovanje na več področjih. Tu in tam

pa do tega vendarle prihaja in upam, da bo tega sčasoma še več. Nekaj drugega je povezava univerza – inštituti, pri fizikih predvsem relacija med našim Oddelkom za fiziko in IJS. Ta povezava je izredno tesna in taka, da bi morali vsi skrbeti, tako na oddelku kot na inštitutu, da bi se dobro sodelovanje v podobnih oblikah kot doslej še naprej ohranjalo. To pomeni, da bi tako tudi inštitut sodeloval pri pedagoškem delu, predvsem pri izdelavi magistrskih in doktorskih del, po drugi strani pa imamo tudi učitelji na inštitutu svojo predvsem eksperimentalno, pa tudi teoretično-raziskovalno bazo. Mislim, da drug brez drugega ne moremo in da se moramo tega ves čas zavedati. Do sedaj nam je to uspelo relativno dobro.

Mogoče se je pojavil tukaj še en problem, da je trenutno zaposlovanje fizikov v industriji precej manjše kot v preteklosti. To je seveda v veliki meri posledica gospodarske situacije, saj se je velik sistem Iskre, ki je v preteklosti zaposlil kar precej fizikov, zmanjšal. Mnenja sem, da je to le trenuten problem, fizikov je v Sloveniji v gospodarski praksi še relativno malo in upam, da se bo ta položaj izboljšal.

- *Zavrtanik:* Inštitut Jožef Stefan ne pokriva samo fizike, temveč tudi druga področja naravoslovja, predvsem pa tudi lep del tehnike. Odnos univerza – inštituti – industrija ni slovenski problem, to je problem, ki se pojavlja v vseh okoljih in v vseh je enako problematičen kot pri nas, le da imamo v Sloveniji najbrž tudi probleme, ki so samo naši, ki so posledica naše specifikke, naše majhnosti. Nisem mislil posegati v inštitucionalne probleme, ti se sicer pojavljajo vsak dan, vsak dan jih je treba reševati in so ponekod, predvsem na fiziki, kot je rekel prof. Čopič, zgledno rešeni. Primerneje se mi zdi govoriti o vsebini, pogledati univerzo kot bistveni element šolanja visoko kvalificiranih kadrov v danem okolju ter seveda kot ustanovo, kjer potekajo kvalitetene osnovne raziskave, pogledati industrijo kot tipičnega uporabnika, ki mora absorbirati to, kar nastane na univerzah in inštitutih, pa seveda ne vse, kar se ji ponuja, temveč le tisto, kar industrija potrebuje. Pa inštitute kot ustanove, ki so nekje vmes, ki pomenijo nekakšen most med akademsko ustanovo, kot je univerza, in uporabnikom, industrijo, se pravi ustanove, kjer bi se morale gojiti tako osnovne kot aplikativne raziskave in od katerih se pričakuje, da je njihov prenos predvsem v smeri industrije celo malo večji kot je z univerze same. Če se dotaknem odnosa univerze – inštituti, bi se zelo strinjal s prof. Čopičem, da posebno majhno okolje, kot je Slovenija, optimalno izrabi tisto, kar ima. To pomeni, da ne gradimo zidov med inštitucijami, temveč da omogočimo kvalitetnim kadrom, da se ukvarjajo s tistim, za kar so sposobni. Raziskovalcu z inštituta, če je kvaliteten, naj bo odprta pot do pedagoškega dela na univerzi in seveda narobe, vsakemu profesorju na univerzi bi morala biti odprta pot do raziskovalnega dela na inštitutih, ki pa se razlikuje od raziskovalnega dela na univerzi. Na univerzah je raziskovalno delo bolj individualnega značaja,

torej delo manjših teamov, medtem ko so inštituti predvsem namenjeni večjim projektom, za katere je potrebna tudi večja infrastruktura in večja raziskovalna oprema. Zato bi morali biti inštituti primernejši in tudi temu primerno organizirani.

Treba bi bilo omeniti še eno področje: inštituti so najbrž tudi okolja, ki so bolj odprta za multidisciplinarna področja in od tukaj prihaja tudi na univerzo pomoč, recimo ravno pri odpiranju novih multidisciplinarnih, predvsem podiplomskih smeri v izobraževanju. Mislim, da imamo samo en primer sodelovanja na multidisciplinarnem področju med IJS in Oddelkom za fiziko. To je edini, vendar zgleden primer, kako se da podiplomski študij postaviti med dve inštituciji, torej med univerzo in inštitut.

Pri odnosu inštitut – industrija, ki se deloma nanaša tudi na univerzo, je v Sloveniji veliko več problemov kot uspešnega sodelovanja. Ne nameravam kriviti nikogar, problemi so na obeh straneh, veliko pa jih je tudi objektivnega značaja. Osebno se mi zdi izjemno pomemben problem prenosa kadrov. Seljenje kadrov iz akademske sfere, iz inštitutov v industrijo, je preveč oteženo in tudi ne kaže, da bi se ta proces v bližnji prihodnosti lahko znatno spremenil. Nerešeno vprašanje je tudi prenos znanja iz ustanov in je deloma povezano tudi s prenosom kadrov ter seveda predvsem s prenosom tehnologij.

Še dva bolj konkretna primera, ki se tičeta našega inštituta: povezava inštituta z univerzama je zgledna, predvsem z ljubljansko, kar se fizike tiče celo več kot zgledna. Za nekatera druga področja pa tega žal ne bi mogel reči. Odpirajo se tudi povezave z mariborsko univerzo, čeprav kaže, da je v primerjavi z gledanjem po svetu v slovenskem okolju sto kilometrov velika razdalja.

Sodelovanja z industrijo – ne govorim samo o industriji, temveč tudi o terciarni dejavnosti – ni tako slabo, kot bi si lahko kdo mislil. Na IJS smo v letu 1993 pridobili 38% prihodka oz. virov za raziskovalno delo iz industrije in terciarnih dejavnosti. To je lahko veliko ali malo, če pa vam povem, da od tega odvisi 300 raziskovalnih mest, vam bo najbrž bolj jasno, kaj to pomeni. To dokazuje, da povezava obstaja, da pa seveda nismo čisto zadovoljni, saj iščemo nove načine prenosa tehnologije in znanja v naše okolje.

Omenjena je bila kvaliteta šolanja v Sloveniji, predvsem kvaliteta doktoratov. Mislim, da je vsaj na področju fizike to šolanje kvalitetno in nas ni treba biti prav nič sram. Kakršenkoli očitek, da so ti kadri preširoko izobraženi, se da zelo argumentirano spodbiti. Težko si predstavljam, da bi si Slovenija z dvema milijonoma prebivalcev lahko omislila šolanje ozko izobraženih kadrov. Prej sva se pogovarjala z dr. Lukačem in ugotovila, da je recimo na področju laserske optike naš edini partner Fotona. Zamislite si recimo, da bi izobraževali ljudi za Fotono, potem pa, da gre kakšnega pol

leta, preden tako doktorira prvi fizik, Fotona v stečaj. Kaj potem narediti s temi ljudmi. Da je šolanje kvalitetno, dokazujejo tudi pozicije, ki jih naši ljudje z lahkoto dobijo v tujini, in mislim, da bi bila velika napaka ta koncept šolanja menjati oziroma prilagajati temu, kar se v danem trenutku kaže na trgu.

- *Pisanski*: Prihajam iz Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko, konkretno z Oddelka za teoretično računalništvo. Moji pogledi so precej nestandardni, mogoče malo radikalni, zato bi takoj rad poudaril, da gre za moje osebne poglede, ne za poglede vseh matematikov. Kljub temu mislim, da bi bilo k naslovu Univerza – inštituti – industrija nujno dodati še četrto komponento, ki se mi zdi izredno pomembna, to je država oz. družba, v kateri živimo. Konec koncev je financiranje le najpomembnejši del, brez katerega si našega delovanja ne moremo zamisliti. Če pogledamo malo v zgodovino, bomo videli, kako so te stvari potekale včasih, in ugotovili, da so stvari po tem, ko imamo pravzaprav nov sistem, ostale približno takšne, kot so bile.

Če gremo sedaj na tretjo komponento, to je industrija, mislim, da dokler privatizacija ne bo končana, dokler industrija ne bo privatna in dokler ne bo čutila potrebe po tem, da financira razvojne in aplikativne raziskave, toliko časa mora država nositi to breme. Tega bi se država morala zavedati. Zdi se mi, da bi moralo biti tudi jasno, da ministrstvo za znanost in tehnologijo samo ne more prevzeti tega bremena, ampak bi moralo financiranje konkretnih razvojnih in aplikativnih raziskav potekati dodatno prek resornih ministrstev. To tudi pomeni, da nikakor ne bi smeli zmanjšati financiranja osnovnih raziskav.

Če pogledamo naš inštitut, je nekako netipičen, v primerjavi z IJS je čisto drugačen. Po drugi strani pa obstaja nekakšna paralela. IJS je začel svoje delo kot fizikalni inštitut, na našem pa prevladujejo matematiki. Popolne vzporednosti pa tukaj ni. Slišali smo, da na IMFM nimamo nobenega polno zaposlenega matematika. Če bi hoteli to situacijo vsaj malo uravnotežiti, bi morali sedaj zaposliti sto aplikativnih matematikov, verjetno na IMFM, pa tudi na kakšnem drugem inštitutu, recimo v Mariboru.

Zadnja stvar, o kateri bi bilo tudi dobro kaj povedati, je problem podiplomskega študija. Nič se ni spremenilo. Pogoji, ki bi v Sloveniji omogočili, da bi imeli kvaliteten, vesplošno priznan podiplomski študij, ki bi bil sistematiziran, ne obstajajo. To je še vedno prepuščeno posameznim strokam, posameznim fakultetam, posameznim oddelkom, da si vse organizirajo čisto po svoje. Mislim, da je to zelo narobe, in tu bi morali marsikaj spremeniti. Imeli smo veliko možnost, da bi s sistemom mladih raziskovalcev, ki bi moral skrbeti za financiranje podiplomskih študentov oz. asistentov, to uredili. Žal kaže, da še ne bo šlo, in tukaj bi bilo treba spremeniti politiko,

da bi lahko to stvar organizirali. Seveda je pametno, da obstaja sodelovanje med ljudmi na univerzi in po inštitutih. Vendar se moramo po drugi strani, če smo že zamenjali sistem, navaditi tudi na konkurenco. Če ne bomo imeli konkurence, če bo preveč tega inbreedinga, kot pravijo Američani, to gotovo ne bo izboljšalo kvalitete. Zato so moji pogledi zelo radikalni, želim si namreč konkurence med univerzami. To je tista stvar, ki bi lahko vse premaknila naprej.

- *Robnik:* Prihajam z Univerze v Mariboru. V Sloveniji še nisem dolgo, lahko pa poročam o naslednjih pozitivnih izkušnjah. Pred štirimi leti sem se vrnil iz tujine in na Univerzi v Mariboru ustanovil nov inštitut, številčno majhen, ki se imenuje Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko. Njegova glavna dejavnost so temeljne raziskave, predvsem v teoretični fiziki, pa tudi v uporabni matematiki, z glavnim poudarkom v tej zgodnji fazi razvoja na nelinearni dinamiki klasičnih in kvantnih neintegrabilnih kaotičnih sistemov. Poročamo lahko o izredno pozitivnem okolju, ki je to iniciativo podprlo. Univerza v Mariboru, predvsem rektorat pod vodstvom takratnega rektorja prof. Križmana, je poskrbela, da je univerza ponudila vso potrebno infrastrukturo, prostore, računalniško opremo, finančno pa je projekt močno podprlo ministrstvo za znanost in tehnologijo. Zato je lahko univerza pri ustanavljanju inštituta, ki se ukvarja izključno z raziskovalno dejavnostjo, zagotovila skoraj maksimalno podporo. Vprašanje je, kaj lahko trenutno še zelo majhen inštitut ponudi univerzi. Tu nastopi problem, ker na Univerzi v Mariboru še nimamo Oddelka za matematiko in fiziko, čeprav pa je seveda precej skupin matematikov in fizikov, ki kot pedagogi delajo na drugih fakultetah, npr. na tehniški in pedagoški fakulteti. Vsekakor pa lahko inštitut že v sedanji fazi omogoči mentorski študij, to je izvajanje diplomskih, magistrskih in doktorskih del, vključevanje mladih raziskovalcev v raziskovalni proces, v pisanje člankov itn., kar je seveda glavna dejavnost tega inštituta. To že poteka in mislim, da zelo uspešno. Omeniti je treba tudi sodelovanje z ljubljansko univerzo, ki poteka v obliki krajših ciklusov vabljenih predavanj. To je neke vrste specialistični kurz s področja nelinearne dinamike. Tudi s skupinami na IJS občasno izmenjujemo vabljen predavanja in diskusije. Seveda si želimo, da bi bilo takšnih stikov in izmenjav v prihodnje še več, ne samo med tema inštitucijama, temveč med vsemi inštitucijami v Sloveniji, ki so dejavne na teh področjih znanstveno-raziskovalnega dela.

Sodelovanja z industrijo ni, kajti inštitut se ukvarja predvsem s temeljnimi raziskavami. Vendar mislim, da je perspektiva s prirastkom ene dodatne delovne moči na leto dobra in je pričakovati, da se bo inštitut v pedagoškem smislu bolj intenzivno vključil v sodelovanje z mariborsko in ljubljansko univerzo. O osnovni nalogi inštituta, to je o znanstveno-raziskovalnem delu, lahko povem, da so rezultati zelo dobri. V minulih dveh, treh letih smo imeli

objavljenih že 21 del v strogo recenziranih mednarodno priznanih revijah, 10 del pa je še v tisku, kar je za majhen inštitut z dvema do tremi zaposlenimi kar lep uspeh. Upam, da se bomo s takšnimi številkami lahko reprezentirali tudi v prihodnje, še posebej če bo ustvarjalna klima stimulirana z intenzivno interakcijo z drugimi inštituti in oddelki po Sloveniji.

- *Trontelj*: V Sloveniji imamo še več inštitutov, kjer je tudi znatno število matematikov in fizikov, in za kolege, ki bi želeli sodelovati, bo seveda čas v diskusiji. Ozrimo se k industriji: tukaj je dr. Brudar, ki sicer trenutno ni v industriji, je pa v njej prebil veliko časa.

- *Brudar*: Nimam podatkov, da bi lahko govoril o industriji na splošno, tako da bom industrijo takoj zožil na lastne izkušnje, ki sem si jih pridobil pri razvojno-raziskovalnem delu v Železarni Jesenice in v Iskri kibernetiki. Nikoli nisem sodeloval v skupini, ki bi hotela plasirati na trg kak nov izdelek, ampak sem se bolj ukvarjal z utečenimi procesi in z možnostjo izboljšav pri takšnih procesih v naši industriji. Govoril bom o preteklih dogodkih, za katere vem, da so danes drugačni, veliko pa je takih, ki se v zadnjih dvajsetih letih niso prav nič spremenili. Če začnem pri univerzi, lahko rečem, da so bile moje izkušnje z njo zelo dobre. V vseh teh letih nisem čutil nobene podrejenosti, in kadar sem se srečal s fiziki iz drugih držav z Zahoda ali Vzhoda, me ni bilo treba biti nikoli sram. Zato moram biti našim učiteljem samo hvaležen za osnove, ki smo si jih pridobili. Sicer to ne pomeni, da je bilo vse idealno, saj se še danes spominjam nekaterih predavateljev, ki so prihajali na predavanja nepripravljeni.

Še o inštitutih: zgodnje izkušnje sem imel z IJS. Tam smo dežurali pri pospeševalniku Van der Graffu tudi ponoči in smo spoznali, kako te zgrabi želja po nečem neznanem, ko skušaš nekaj doseči, izmeriti, izračunati ipd. Ta stvar je pač trajala nekaj časa.

Potem sem se vključil v industrijo. Sedemnajst let sem bil v službi na Jesenicah, v raziskovalnem oddelku. Tam sem trčil ob neko stvar, o kateri se le malo govori, to je t.i. mojstrska mentaliteta. Vsi utečeni procesi so potekali sami od sebe in nadzorovali so jih tehniki. Sicer so imeli t.i. obratne inženirje, ki naj bi nadzorovali proces, vendar so se ti ljudje hitro pokvarili, hitro so pozabili, kar so jih naučili na univerzi, in hitro so se skušali priljubiti starim strukturam, starim mojstrom, tako da je zadeva tekla naprej sama od sebe. In dokler je bila konjunktura, je šlo vse gladko. Krivda pa ni samo v tem, da se ljudje pokvarijo, temveč tudi v načinu izobraževanja. Imel sem priložnost, da sem se seznanil z marsikaterim metalurgom in strojnikom, ki jih na univerzi učijo nekako takole: to se dela tako, to tako, kuharski recepti skratka. Nihče ni znal odgovoriti na vprašanje, kaj bi bilo, če bi bilo malo drugače. Tako mora biti, so rekli. Dokler je tako šlo, je zadeva kar dobro tekla. Izkazalo se je tudi, da je bilo osnovno znanje inženirjev

različnih strok z istega fizikalnega področja, recimo toplote, zelo različno. Strojniki in metalurgi so uporabljali popolnoma drugačne izraze kot fiziki, zato se je bilo zelo težko kaj pomeniti, tudi če bi se hoteli. Upam da sedaj tega problema ni več. Ko so bili časi dobri, je bilo zadosti denarja tudi v tako velikih podjetjih, kot je bila Železarna Jesenice, in smo imeli dobre možnosti. Prej smo imeli elektronski mikroskop, in to boljše kvalitete kot na IJS, tudi IBM računalniški sistem smo imeli. Možnosti so torej bile in smo nekako razvijali oz. poglobljali znanje metalurgije in tudi same predelave z veliko intenzivnostjo in zagnanostjo. To je bilo pred kakšnimi dvajsetimi leti. Bila pa so tudi razočaranja. V šoli so nas npr. učili, kako je z meritvami, kako je treba prikazovati rezultate, kako se nariše diagrame, torej čisto osnovne stvari. Toda človek se je zgrozil, ko je pogledal metalurško ali strojniško poročilo in videl, kako daleč od tega je, kako je treba delati zaključke na podlagi diagramov. Iz takih poročil se ni nič videlo ali pa je bilo vse prikazano narobe. Boril sem se proti temu in obupal. Pa ne samo zaradi tega. Tudi zato, ker ni bilo podpore niti v vsebini poročil, za katera smo prisegali, da so na najvišjem nivoju.

Druga stvar, ki sem jo v teh večjih podjetjih videl, tako v železarni kot v Iskri, je bila povezava z investicijami. Pri investicijah je bilo pred dvajsetimi leti tako, da si je direktor izmislil, recimo, da bomo kupili novo peč ali nov agregat. Tehnologov, niti fizikov niti strojnikov niti metalurgov, niso povabili. Ti so prišli zraven samo, da so navezali stike s tehnologi, ki so to opremo, praviloma uvoženo, dobavljali. Tako so lahko sodelovali v teh razgovorih, za nagrado pa so šli na izobraževanje v tujino, kar je bilo takrat zelo imenitno. Nikdar pa ni naša tehnologija kupovala tehničnih stvari zunaj za naš denar z našimi zahtevami. Ta stvar, ki je stara dvajset let, se vleče še danes. Največkrat se je kupovalo opremo po sistemu, ki se mu je takrat zelo moderno reklo „na ključ”. Torej tisti dobavitelj, ki bo vse dobavil, ti bo dal tudi pamet in še jamčil ti bo, da bo zadeva tekla. Potem ti resnično ni bilo treba storiti nič. Nisi potreboval nobenega strokovnjaka, ki bi ti postavljал svoje zahteve in jih skušal uveljavljati. Tudi sedaj ni prav nič drugače, kvečjemu še slabše je. Nastopila je kriza, vsaj v metalurgiji. Svetovna kriza, ni več mogoče prodajati... Kako bomo zadevo rešili? Mislim, da je tukaj treba, kot je dejal prof. Pisanski, vključiti državo kot četrtega partnerja. To je treba povedati povsem jasno. Sedaj so se nenadoma pojavili menedžerji. To so tisti, ki naj bi rešili vso zadevo. Kako sem doživljal menedžerje jaz? Firma XY. Prišli so mladi gospodiči, do trideset let, brez kakšnih posebnih izkušenj. Delali so neke ankete in na koncu je nastalo več poročil. Skoraj vsako ima dodano „strogo zaupno”, „poslovna tajna” in podobno. Zaračunavali so v milijonih mark, zdaj pa papirji ležijo v predalih. Sam imam dva predala takih poročil. Ne morem obtoževati metalurgov oziroma strokovnjakov drugih strok, ki bi bili lahko pri sanaciji recimo slovenskih

železarn vključeni, ker niso udarili po mizi in rekli: „Hočemo, da se zadeva naredi tako in tako.” Stroka je odrinjena, je zelo pogosta fraza, ki jo slišimo vsepovsod, tudi v politiki. Tudi mi se bomo morali sami pririniti zraven. Je pa res, da ni stroka nikdar protestirala. Šlo je recimo lani za sanacijski program v železarnah. Strokovnjaki vseh treh železarn so po navodilih neke svetovalne firme pripravili t.i. sanacijski program. Bolje da ne povem, kakšno „skrpucalo” so nam dali v roke. Rekel sem, naj to naredijo lepše, kaj bodo pa rekli na vladi. Vlada je program zavrnila in dirigirala program Phare iz Evropske skupnosti. Vsi so bili tiho, nihče od strokovnjakov ali inženirjev ni protestiral. Program Phare je bil zveličaven zato, ker je bil zastonj in ker je Evropska skupnost to svetovalno akcijo izpeljala ter jo vsilila metalurgom. Sedaj vsi hvalijo, kako je to dobro. Reči hočem, da je v taki atmosferi zelo težko uveljavljati znanje, ga vsiljevati tudi tam, kjer je zadeva navidezno utečena.

O prihodnosti imam mogoče malo zmotno mišljenje, vendar upam, da me bo tudi direktor inštituta prav razumel. Vprašal sem se tole: Koliko samostanov potrebuje samostojna Slovenija? Ljudi, ki bodo bliže Bogu. Recimo nacionalnih inštitutov, ki se bodo šli visoko tehnologijo, ki bo morda kdaj narodu koristila. Povsem razumem kolege, ki iščejo osnovne delce; to je zagotovo zelo zanimiva stvar, ki te pritegne in navduši. Tudi sam sem imel priložnost zajeti nekaj tega. Zelo zanimivo je npr. potem tudi videti, da je tretjina knjige, ki je izšla nekje zunaj, tvoje delo. Ali pa da na nemškem inštitutu visi na steni tvoj diagram. Kljub temu pa bi se bilo dobro vprašati, kako organizirati naše inštitute, da bi se aktivno vključili v sanacijo slovenskega gospodarstva. Kateri ekonomist se je recimo izpostavil in rekel, da tako bo, ker on tako pravi. Vsi čakamo, da nam bo kdo drug, neki program Phare, pomagal.

Glede univerze bi hotel reči samo tole. Bilo bi dobro, da bi bil pouk predmetov, ki tečejo na več fakultetah, tako poenoten, da bi lahko inženirji, ki hočejo problem reševati skupaj, ta problem tudi resnično tako reševali. Mislim tudi, da je moralna dolžnost univerze, reagirati na vse neumnosti, ki se pojavljajo v časopisih. Včeraj sem na televiziji recimo gledal oddajo, kjer so risali neke kroge. Če se postaviš v krog, dobiš raka, zunaj pa ne ali nekaj podobnega. Medicinska fakulteta bi morala na to reagirati.

- *Lukač*: Prihajam iz Fotone in že včeraj sem na predavanju na primeru razvoja medicinskega laserja hotel pokazati, da sodelovanje med industrijo ter inštituti in univerzo vsekakor obstaja. Naštel sem osem primerov takega sodelovanja in štiri raziskovalne organizacije, ki so bile pri tem udeležene. Vendar sem moral na koncu tudi ugotoviti, da obstaja neka osnovna razlika med ambicijami in tem, kako se raziskav na inštitutih in univerzah ter v industriji lotevajo. Mislim da je ta razlika naravna in jo je v bistvu težko odpraviti. Sistem in sama narava dela na inštitutih silita raziskovalce v

to, da raziskujejo nekaj pomembnega, novega, posebnega, da pišejo članke. Razburjenje, ki ga ob tem doživljajo, in tudi sama kariera je od tega odvisna, tako da raziskovalce sili v to sam sistem. Mislim, da članki in podobno celo pravilno merijo kvaliteto raziskovanja. Toda v večini primerov ni mogoče pričakovati, da bi bila industrija, ki nima razvite lastne raziskovalne baze, sposobna uporabiti ta raziskovalni potencial. In četudi industrija tako bazo ima, mora porabiti precej energije in biti tudi v resnici sposobna sama predlagati in voditi projekte. Iniciativa mora v resnici prihajati iz industrije. Idealno sodelovanje med industrijo ter inštituti in univerzo je pravzaprav tam, kjer se osnovno raziskovalno področje raziskovalca na inštitutu ujema z interesom industrije. Na žalost je v večini primerov tako, da je izbira raziskovalnega področja vsakega raziskovalca bolj naključna, odvisna je od tega, kje je raziskovalec diplomiral, kam je šel v tujino na študij in kako potem skuša nadaljevati na tistem področju ne glede na to, kakšne potrebe obstajajo v okolju. Želeli bi, da bi obstajal kak mehanizem, ki bi vsaj usmerjal raziskovalce, da bi si bolj iskali področja, kjer lahko prav tako najdejo vznemirljivo raziskovalno delo, ki pa so v dometu slovenske industrije. Mislim, da je nevarno, ker sedaj večino raziskav v Sloveniji diktirajo mednarodne organizacije in fondacije. Mislim, da v resnici pomenijo razprodajo našega potenciala ter zastonj razvoj za velike države.

Na koncu samo še to. Mislim, da privatizacija ni problem, da se ji daje prevelik pomen in da se v industriji s privatizacijo ne bo dosti spremenilo. Veliko je primerov podjetij, ki niso privatizirana, recimo naše, pa jih to prav nič ne moti, da ne bi veliko vlagali v razvoj in raziskave. Celo nasprotno: imam sodelavce, ki so prišli iz privatiziranih podjetij in so sami ugotovili, da se ni nič spremenilo.

• *Borštnik:* Prihajam s Kemijskega inštituta, kjer nas je približno deset fizikov in matematikov. Raziskave delamo v glavnem na področju kemijske fizike in biofizike. Tema teh razprav je pač povezava med ponudbo znanja in povpraševanjem po znanju. Tisti, ki daje znanje, je univerza, tisti, ki ga lahko sprejemajo, pa so gospodarstvo in inštituti. Vprašanje je torej, kdo naj bi vse to krmilil in v čigavo korist. Gotovo naj bi šlo to v korist davkoplačevalcev, ki morajo vse to plačevati. Pri tem se takoj pojavijo problemi, kajti vsakdo skuša sredstva obrniti v svoj prid, v skladu s svojimi interesi. Univerza v skladu s svojimi interesi, vlada pa je tista, ki naj bi zastopala narod, to sta dve ministrstvi, za kateri je tudi vprašanje, kaj lahko naredita. Obstajajo stvari, ki se ne bi smele dogajati, recimo jim kratki stiki. Znanje, ki ga ustvarijo univerza in inštituti, se nenavadno porazdeljuje. Fizika pošilja svoje boljše študente na inštitute, kjer delajo v glavnem osnovne raziskave, še boljši študentje ostanejo na univerzi, medtem ko gospodarstvo pri tem nima dosti koristi. Omejil se bom na Oddelek za fiziko.

Ponudba znanja tega oddelka je v glavnem naslednja: jedro predmetnika so osnovni delci, fizika jedra, elektrooptika, trdna snov in deloma računalništvo. Porabniki tega znanja naj bi bili industrija, infrastrukturne dejavnosti, energetika itn. Vprašanje je, ali je to dovolj, ali ni to samo nasledek tistega kratkega stika, o katerem sem govoril prej: da fizika izobražuje predvsem tiste smeri, s katerimi se ukvarjajo na IJS, zato je glavni poudarek na fiziki jedra in fiziki trdne snovi. Na drugi strani so tudi področja, ki so vsaj področja prihodnosti, visoke tehnologije, in bi jim lahko koristila znanja, ki jih ustvarja fizika. To so npr. farmacevtska industrija, biotehnološka področja, dejavnosti, ki so v zvezi z onesnaževanjem okolja. Mislim, da bi lahko Oddelek za fiziko izobraževal ljudi tudi za te dejavnosti. Osebno nisem preveč naklonjen temu, da bi bil profil znanja zelo širok, toda vemo, da elektrooptika poteka in vprašanje je, ali je smiselno žrtvovati nekatere profile znanja, nekatere predmete, zato da se študente izostri v znanju, ki ga bodo potrebovali le nekateri. Slabo je pokrito področje biofizike in področje molekularne fizike. Na inštitutih so ljudje, ki imajo ta znanja in bi lahko prispevali k izobraževanju, bodisi na drugi bodisi na tretji stopnji študija. Dajem torej v razmislek, ali je smiselno, da se program Oddelka za fiziko razširi še s kakšnimi novimi smermi, novo razdelitvijo študija na dodiplomskem in podiplomskem študiju.

- *Žekš*: Iz dosedanje diskusije je nekako razbrati željo po usmerjanju stvari in mišljenje, da je doktorat neka končna izobrazba. Nekaj bi povedal proti temu. Vrnimo se na to, kakšne so perspektive. Ključno vprašanje pri tem je, ali bo industrija zaposlovala mlade izobražene ljudi. Kot je povedal g. Brudar, je struktura zadosti katastrofalna, zato se tudi vse to dogaja. Če bo prišlo do tega, da jih industrija ne bo zaposlovala, potem lahko kar po vrsti prečrtamo najprej industrijo, potem pa še inštitute in univerzo, kajti potem sploh ničesar ne potrebujemo. Izhajamo torej iz tega, da bo industrija zaposlovala izobražene ljudi, ali pa se bodo zaposlovali sami in ustanavljali nove industrije. Če pa bo tako, jih moramo izobraziti na svetovnem nivoju. Vse te analize in statistike, ali se jih več izobražuje v to ali drugo smer, so neumne. Prav vseeno je, iz česa kdo dela doktorat, samo da je na svetovnem nivoju. S tem se je nekaj naučil, videl nekaj sveta, v svetu ugotovil, da je kompetitiven, in če bo šel tak človek v industrijo, se bo lahko tudi s kakšnim Nemcem pogovarjal na enakopravnem nivoju. Če pa bo delal doktorat s področja, ki pri nas ni razvito, pa bo to dober doktorat, in bo človek šel potem v industrijo, se bo tam še naučil, kar bo potreboval. Izhajam torej iz tega, da je skoraj povsem vseeno, iz česa kdo dela doktorat, samo da bo kvaliteten. Vpeljati moramo torej sistem, ki bo imel izobraževanje, v katero bodo vključeni vsi ljudje, ki so sposobni kvalitetno učiti; kaj so potrebne kvalifikacije, vemo. Tu bi se z vami strinjal, da sistem pri nas postaja zaprt. Fizika je malo na boljšem, vendar si ne

predstavljam, da bi recimo na fiziki rekli, to je podiplomski tečaj, traja eno leto, dve uri na teden, pa naj kdo, ki je kvalificiran in recimo ni na univerzi, to uči. Seveda smo ljudje na univerzi, mednje sodim tudi jaz, vsi dobri in dobrosrčni, vendar gre tu za golo preživetje. Sistem je pač finančno tako narejen. Ali naj pustim nekoga, da predava moj predmet namesto mene? Kje pa! Saj bi lahko tam ostal! Torej je finančna situacija taka, da sili ljudi v zapiranje, v obdelovanje lastnega vrtička, kamor ne puste nikogar. Drugače pa perspektive so, in če bi se vse znanje, ki je na inštitutih, raziskovalnih oddelkih na univerzi in v industriji, združilo, mislim, da bi se lahko naredilo neko spodobno podiplomsko šolo, ljudje pa bi imeli poleg tega tudi več časa za raziskovanje, ker ne bi bili toliko obremenjeni.

- *Brudar:* Dodal bi nekaj o privatizaciji. Imam konkretne izkušnje s študenti, ki so imeli štipendije v železarnah ipd. in so hoteli delati diplomo. Rekel sem jim, naj vzamejo takšno diplomo, ki jim bo prišla prav, ko bodo šli k štipenditorju v službo. Mentorji iz industrije so jim povedali, kaj naj delajo, naredili so čudovite optimizacijske postopke, jaz pa sem šel kasneje preverjat, kako so delali. Šel sem v različne firme, kjer se je izkazalo, da lastniki sploh niso zainteresirani za to, ali stvar dobro deluje. In tako ne more delati nobena optimizacija. Zato mislim, da je dobra le taka privatizacija ali tako lastništvo, ki hoče iz vsega kaj narediti. Če pa jim je vseeno, če dajejo štipendije kar tako, pa od tega nočejo ničesar imeti, potem pa je jasno, da ne deluje nič.

- *Zavrtanik:* Dodal bi nekaj na temo, kaj in kako izobraževati, o čemer sta govorila prof. Žekš in dr. Lukač. Osebnostno sem prepričan, da je pomembna samo dobra in kvalitetna šola. Konec koncev je vsaj za fizika skoraj vseeno, na katerem področju konča. Če dobi dovolj široko izobrazbo, mislim, da se lahko zaposli kjerkoli. Spadam med tiste fizike, ki iščejo osnovne delce, in imam kolega, ki je sedaj zaposlen na IBS, to je največja švicarska banka, s plačo, ki je približno desetkrat večja kot moja, kljub temu da je fizik osnovnih delcev. Mislim, da je to lep primer, za kaj vse je človek z dobro šolo uporaben. Druga stvar, ki sem se je hotel dotakniti, je avtonomija raziskovanja. Čeprav ne skuša nihče te avtonomije vzeti, obstajajo posredni mehanizmi, kako do tega pride. Raziskovalec seveda izbere po svoji lastni presoji, vendar vedno malo z mislijo na to, kaj bo počel kasneje. Tako je nekdo spraševal predsednika Kennedyja, koliko avtonomije naj ima znanstvenik v Ameriki. Kennedy je odgovoril, da noče ničesar določati, kaj naj bi raziskovali, saj o tem ničesar ne ve. Če pa že zahtevajo avtonomijo za svoje raziskovanje, naj pustijo njemu avtonomijo, da bo plačal tisto, kar bo sam želel. In tukaj je mehanizem. Če bo industrija zaposlovala fizike, bo teh veliko, če ne, pa jih bo malo. Tistih pet dobrih pa bo zmeraj, bodo pa po svetu hodili in se tam šolali. Mehanizmi torej so, vendar pa bi se direktnim mehanizmom zelo upiral, kajti ponavadi ne zdržijo več kot nekaj let.

- Čopič: Nekaj bi dodal k temu, kar je povedal kolega Borštnik. Jasno je, da se šola mora počasi spreminjati, mora upoštevati nove razvoje, smeri pri nas vendarle ne pomenijo veliko. Letos smo prešli celo na sistem izbirnih predmetov, ki bo še manj dobro definiral, kakšen je ozek profil takega fizika. Mislim, da je v resnici precej nepomembno, ali vpiše kdo kot predmet elektrooptiko ali biofiziko, ki jo bomo, upam, v bližnji prihodnosti lahko vpeljali. O drugem, večjem problemu, kako se lahko širi dodiplomski ali podiplomski študij, pa je že prof. Žekš lepo povedal, da je problem v sistemu financiranja. Dokler ministrstvo za šolstvo financira program po predmetih in je mogoče vpeljati nov predmet samo tako, da se drugega črta, toliko časa bo sistem nujno nefleksibilen ali pa bomo morali nove predmete predavati zastonj.

- – Najprej nekaj o pedagoškem aspektu. Za začetek bom povedal resnični dogodek, anekdoto. Absolvent fizike je prišel na IJS in smo mu predstavili diplomsko nalogo. Njegova izjava je bila približno taka (sicer je stvar sprejel): Ah, to pa ni prava fizika. Nobene matrike ni treba diagonalizirati, nobene Schrödingerjeve enačbe rešiti. Očitno nekaj v sistemu, vsebini programov na univerzi ne funkcionira. Manjka jim neka življenjskost v praksi.

Druga stvar: problem podiplomskega študija. Vsi se zavedamo, da zaradi majhnosti ne moremo pokriti vseh področij. So pa številna področja, ki so zanimiva za raziskovalne inštitute, za industrijo, na univerzi pa niso pokrita. Zakaj ne omogočiti ljudem na inštitutih, da pokrijejo te smeri? Denar bi lahko prispevala industrija, inštituti, pač vsi zainteresirani.

Kar se tiče industrije, vidim velik potencialni problem. Potem ko bo lastninjenje končano, ko bo pač doseženo neko kvazistacionarno stanje, bodo nastale zaradi majhnosti trga in ker ne bo vpliva inštitutov in univerze na industrijo velike težave. Industrija ne bo zainteresirana za lasten razvoj, saj bo bolj poceni kupiti licenco. Tako je npr. neka farmacevtska firma pri nas začasno prenehala z lastnimi raziskavami, saj je ceneje kupiti izdelek od Bayerja. In vsaka firma lahko tako nekega dne ugotovi, da je cena delovne sile previsoka, da se jim razvoj ne izplača.

- Mankoč: Tudi jaz sem z Oddelka za fiziko. Kadar je kak sistem tako samozadovoljen, da se lahko samo še hvali, menim, da je z njim nekaj zelo narobe. Najbrž je v tem, kar sta povedala prof. Žekš in prof. Čopič, nekaj narobe v naslednjem smislu: Že leta izobražujemo ljudi predvsem za inštitute, kar je res, in zelo malo za industrijo. Torej je z nami nekaj narobe. Pri tem, ali nas industrija hoče ali ne, imamo najbrž tudi mi nekaj besede. Da je vseeno, kje narediš doktorat, je do neke mere res. Gotovo je čisto vseeno, kam bi postavil Landaua ali Feynmana. Landau je delal na zelo veliko področjih. Ampak mi nimamo samih genialcev in v enem letniku

mogoče diplomira dvajset dobrih fizikov, ki jih porabimo za vse. To pomeni, da imamo tudi ljudi, ki bi bili izvrstni tehnologi, če jih za to pripravimo. Hkrati pa je kolega Lukač rekel, da je pravzaprav težko najti sogovornika v inštitutu, zato ker je že zaljubljen, kot pravi moj kolega Rosina, v določeno branžo. To pomeni, da je treba ljubezen do različnih branž jemati zelo resno.

- *Brudar*: Tisto, kar sem rekel prej, namreč, da je bilo pred dvajsetimi leti možno voditi raziskovalno delo, ker je podjetje dobro stalo, je bilo za dejavnost le okrasek, to ni bilo vključeno v proizvodnjo.

Kakšne so možnosti za zaposlitev matematikov in fizikov? Z znanjem matematične fizike je odprto področje optimiziranja tehnoloških procesov. Tako ima npr. peč, skozi katero gre ves material jeseniške železarne, 20 MW moči. Približno 6–10% se da prihraniti z boljšim krmiljenjem.

Druga stvar je linearno programiranje in mrežno planiranje. Ne vem, ali je to matematikom pod čast, toda zelo malo se sliši, da bi bili vključeni v direktne primere. Sta pa železarni na Jesenicah in Ravnah kupili program za to.

Pred dnevi je bil v Kranju ustanovljen SPX center za vso Slovenijo, kamor naj bi prihajali inovatorji z določenimi idejami, tam pa bi jim pomagali, da bi zadeva stekla. Tam bi npr. zagotovo potrebovali matematika ali fizika.

Pa še nekaj o področju defektoskopije. O tem se ne govori dosti, fiziki so tisti, ki jo peljejo naprej. Oblika pa je še vedno takšna, da je to društvena dejavnost. Treba je razmisliti, ali bi ji bilo tudi pri nas bolje dati novo podobo, kjer bi bila kvaliteta večja.

- – Tudi jaz sem fizik, ki že 25 let dela v industriji, in sem v marsičem doživljal podobne stvari kot Brudar. Mogoče še v malo hujši obliki, saj sem se držal ene stroke. Hotel bi povedati nekaj o lastninjenju. Ni res, da bo stvar tekla, tako kot je do sedaj, po principu vztrajnosti. Lastninili bodo tudi tujci. Sedaj se že dogaja, da je prva stvar, ki jo tujec naredi, ko kupi našo tovarno, da zreducira stroške, najprej pa zmanjša število ljudi, saj je znano, da imamo mnogo preveč zaposlenih. Zgodi se, da najprej črta strokovnjake, ki so delali v razvoju. Mi kot tisti, ki naj bi imeli stik z univerzo in inštituti, bomo torej na cesti, in ta vez bo pretrgana. Tudi v inštitut ne bo prihajalo več tistih 38%, ampak manj. Tujec bo pripeljal svoje strokovnjake, če bo imel problem, ga bo dal reševati svojim inštitutom. To je treba ustaviti, če se to sploh še ustaviti da.

- *Zavrtanik*: Problemi so tako zapleteni, da se jih ne da rešiti samo v tejle debati. Glede zaposlovanja: čudim se govorjenju, da smo mi tisti, ki nočemo iti delat v industrijo. Ta problem iz prakse čutim čisto drugače in se s tem niti približno ne morem strinjati. Navedel bom nekaj primerov.

Problem zaposlovanja doktorjev v slovenski industriji je zelo naraven, nekako tako, kot je naraven problem na univerzi, ko gleda vsak za svoje mesto. Tudi v industriji se boje ljudje za svoja mesta. Na primer, zelo sposobna slovenska firma, ki ima za vodjo razvoja inženirja, kjer ima ves vodstveni kader maksimalno izobrazbo inženirja – to ni niti približno Fotona, ki je izjema v slovenski industriji – bi morala zaposliti doktorja znanosti. Vendar je on potem moteč element v takem podjetju. To je človek, ki potencialno kandidira na vsa ta mesta. Ne bodo ga vzeli. Lahko vam povem še en primer iz neke spodobne slovenske farmacevtske firme. Dva najbolje plačana raziskovalca na IJS sta bila namenjena za pretok v to podjetje. Na prošnjo direktorja sta ostala pri nas. Rekel je, da plača, kolikor hočemo, samo da ju ne vidi.

Drug primer: Razpis ministrstva za znanost in tehnologijo, sofinanciranje dela mladih doktorjev v slovenski industriji. Če se ne motim, so na ta razpis, kjer ponuja ministrstvo 50-odstotno sofinanciranje plače, prišle iz vse slovenske industrije samo tri prijave. Ne verjamem, da ljudje nočejo v industrijo, mislim, da je problem drugje. Še nekaj bi morali pogledati: ti ljudje so v novih firmah, ki nastajajo, tudi v privatnih, nekaj smo jih naredili v okviru IJS v obliki tehnološkega parka. To dokazuje, da to ni problem raziskovalcev, ki bi jim bilo tako lepo na inštitutih in univerzi, da tega okolja ne bi hoteli zamenjati. Mislim, da bi to storil marsikdo od njih z velikim veseljem. Še zlasti pa v zadnjem času, ko so delovna mesta na inštitutih postala zelo asocialna. Pri nas dela človek do štiridesetega leta za določen čas z vsakoletnim podaljševanjem službe. To ni niti približno za mladega človeka, razen za tistega, ki je v znanost resno prepričan in verjame, da je to njegova kariera, ki jo želi uspešno nadaljevati. Vsi drugi pa bi to okolje z veseljem zapustili in počeli v življenju kaj drugega kot delali znanost.

Problema tujega kapitala ne bom načenjal, ker mislim, da je tukaj debata lahko zelo dolga, se pa s kolegovim mnenjem zelo strinjam.

- *Komac*: Država. V službi sem na ministrstvu in tudi jaz pravim, da v naslovu okrogle mize manjka država. Brez države ne bi bilo ne univerze ne inštitutov ne industrije. Ta vprašanja so tudi taka, da bi zahtevala več časa kot samo dobro uro. Kar pa se tiče tujih firm, nakupovanj naših firm in zapiranja razvojnih oddelkov, bi povedal naslednje. V zadnjem času smo imeli tri obiske iz Anglije. Anglija ima privatno firmo, katere predstavniki hodijo po Vzhodu in iščejo primerne partnerje za svojo industrijo. Med drugim so obiskali Hipo Šentjernej in so rekli, da bi z veseljem kupili 25% firme, ker je firma dobra, ker ima raziskovalno skupino, ki je povezana z raziskovalno skupino na IJS, predvsem pa zato, ker ima inženirje, ki so trikrat cenejši kot v Angliji. Ravno zaradi dobre povezave z IJS razmišljajo, da bi del svoje industrije prenesli v Slovenijo. Slika torej ni tako črna, kot je videti na prvi pogled. So pa naši delavci trikrat dražji, kot so enako

kvalitetni na Češkem ali Madžarskem. To pomeni, da bomo morali tudi mi, če bomo hoteli preživeti, več delati.

Naslednja stvar. Verjetno večja podjetja ne bodo v celoti naša. Holandci recimo podrejajo kompletno ekonomsko politiko svoje države majhnim firmam, do reda velikosti 100 ljudi. Shell, Philips itn. so mednarodne firme, ki segajo prek državnih meja.

Še ena replika glede raziskovanja. V Sloveniji dajemo za raziskovanje po 50 ekujev na prebivalca. Naslednja evropska država, če odštejem nekatere (Španija, Irska, Portugalska), ki so nas že tudi prehitele, je Italija, ki daje 150 ekujev. Vse tiste države, s katerimi bi se radi primerjali, Avstrija, Danska, skandinavske države, dajo štiri- do petkrat več. S tem minimalnim denarjem ne moremo dosti več kot namazati temeljno znanost in nekaj aplikativne znanosti. Če industrija ne bo vlagala več, potem bo to nacionalna katastrofa. Poglejte recimo, koliko denarja smo dali sedaj v Maribor; grem staviti, da bodo čez dva meseca firme na istem, kot so danes. Državne denarje, tudi iz drugih izvirov, bi morali usmerjati v raziskovalno, zlasti pa v razvojno dejavnost. Končno razvoj ni le industrija, je tudi razvoj infrastrukture, šolstva in še marsičesa.

Glede prehoda raziskovalcev v industrijo. Velikokrat sem imel možnost, da bi šel v industrijo, pa tega nisem storil, ker pač nisem hotel hoditi ob šestih zjutraj v službo (Kdor dela z glavo, ne more tako zgodaj začeti misliti, razen redkih izjem.) Drugič tudi plača ni bila stimulatívna in ne vem, zakaj bi hodil v službo v industrijo za nestimulatívno plačo. Ko bodo plače v industriji stimulatívne, se bo ta pot po moje zelo hitro odprla.

Odnos push-pull. Pharova študija je pokazala, da raziskovalci, razen redkih izjem, niso proti sodelovanju z industrijo. Niso pa tudi za to, da bi delali zastonj. Ljudje, ki so intervjuvali v industriji, so imeli občutek, da so ljudje v industriji trenutno obsedeni s privatizacijo, s tujim trgov, kar je normalno, ne pa s potrebo po inoviranju. Tukaj bi se pridružil mnenju, da raziskovalci v načelu nismo bili nikoli proti sodelovanju z industrijo. Res pa je, da mora industrija povedati, kaj hoče. Da pa bo lahko to povedala, mora imeti ljudi, ki bodo vedeli, kaj hočejo. In tudi ljudi, ki se bodo znali pogovarjati z raziskovalcem. Za današnji čas je znana veriga – temeljne, aplikativne raziskave, inovacije in na koncu samo še inženirji – napačna. Danes morajo biti enako visoko kvalificirani kadri v industriji, kot so na inštitutih. Drugače dialoga ne bo.

• *Mankoč*: Mislim, da potrebujemo vsaj kakšen sklep. Bila sta eden ali dva predloga, da nekdo, recimo ministrstvo, organizira kakšno mizo v širšem okviru, kjer bi sodelovali tudi fiziki in načeli ta problem, ki ni samo problem Slovenije, temveč tudi Evrope in ki ga evropsko fizikalno društvo priporoča v diskusijo in rešitev.