

Dr. Andreja Gomboc, astrofizičarka

Janez Strnad, Tomaž Sajovic



Andreja Gomboc pred sliko spiralne galaksije NGC 6946 v ozvezdju Kefeja. Foto: Tomaž Sajovic.

Pred več kot dvajsetimi leti sem (Tomaž Sajovic) v Proteusu zapisal nekoliko drzno misel, da se v poljudni znanosti znanost zave sama sebe. Kasneje – ko sem podrobneje raziskoval vzroke in posledice odtujenosti znanstvenega jezika –, sem ob nemškem filozofu Hansu-Georgu Gadamerju doumel, da je znanosti mogoče zagotoviti njeno širšo družbeno pomembnost samo v razumljivem, poljudnem naravnem jeziku, pri nas v razumljivem slovenskem jeziku. Obe spoznanji se združujeta v misli nemškega filozofa Martina Heideggerja, da je znanost samo eden od načinov človekovega bivanja v svetu. Kar z drugimi besedami pomeni, da znanost kot svoj bivanjski projekt ustvarjajo konkretni posamezniki s svojo dejavno subjektivnostjo. Zato je popolnoma logična in smiselna odločitev, da v Proteusu, poljudnoznanstveni reviji, odpiramo prostor tudi osebnim pogledom slovenskih znanstvenic

in znanstvenikov o svojem znanstvenem udejstvovanju, o družbenem položaju znanosti in o njenih človeških razsežnostih. Tokrat smo se odločili, da poprosimo za pogovor mlajšo slovensko mednarodno uveljavljeno astrofizičarko dr. Andrejo Gomboc, docentko na Oddelku za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko na Univerzi v Ljubljani. Njeno raziskovalno področje so astronomija in astrofizika, splošna teorija relativnosti, črne luknje, izbruhovi sevanja gama, vrtenje zvezd in vrtilne hitrosti simbiotskih zvezd. Ima tudi izreden občutek za seznanjanje nestrokovnjakov in predvsem mladih s spoznanji v astrofiziki in astronomiji. Večino vprašanj – razen dveh – je naši tokratni gostji zastavil Janez Strnad. Na tem mestu se doc. dr. Andreji Gomboc zahvaljujemo tako za pogovor kot za njen prispevek z naslovom Iz česa je vesolje?, ki bo izšel v naslednji številki.

Študirali ste na Fakulteti za matematiko in fiziko in študij leta 1995 končali z diplomo o tem, kako je videti padec zvezde v črno luknjo. Ali, prosim, lahko orišete svoje spomine na študij? Kdaj ste se odločili za astrofiziko?

Na študijska leta imam lepe spomine. Prva dva letnika nista bila zelo zahtevna, tako da je bilo kar nekaj časa za zabave in družabni del študentskega življenja. Precejšen šok je prišel v tretjem letniku, ko je bilo naenkrat veliko število predmetov in pri vsakem drugačen, nov pristop.

Za astronomijo sem se zanimala že v srednji šoli, a nisem osebno poznala nikogar, ki bi se s tem ukvarjal. Takrat še ni bilo revije *Spika*, tudi amaterska astronomija v Sloveniji še ni bila tako razširjena in v moji okolici ni bilo nobenega astronomskega društva. Me je pa navdušilo, ko sem ob prebiranju knjig ugotovila, da lahko s pomočjo fizikalnih zakonov izvemo marsikaj ne samo o planetih, pač pa tudi o oddaljenosti, temperaturi, sestavi in drugih lastnostih zvezd, ki so sicer videti na nebu le kot drobne pikice. Zato se mi je takrat zdelo najbolje vpisati študij fizike in dodatno poslušati astronomske predmete. Dokončna odločitev za astrofiziko je tako zorela med študijem in dozorela z izbiro astrofizikalne diplomske teme.

Potem ste ostali na Oddelku za fiziko kot podiplomska študentka in asistentka in leta 2001 pri profesorju Andreju Čadežu doktorirali z delom o hitrih spremembah izseva zvezde v bližini črne luknje. Za to delo sta dobili leta 2002 pomursko raziskovalno nagrado - najbrž zato, ker ste mladost preživeli v Murski Soboti. Kakšni so Vaši spomini na ta čas? Bralce bo tudi zanimalo kaj več o črnih luknjah.

S črnimi luknjami sem se ukvarjala že v diplom, ko sem pod mentorstvom prof. dr. Andreja Čadeža teoretično preučevala padec zvezde v veliko, supermasivno črno luknjo, ki bi imela maso okrog milijarde

Sončevih mas. Takšne, vemo, se skrivajo v središčih mnogih galaksij. V tem primeru sem lahko zanemarila plimsko silo črne luknje na zvezdo, podobno našemu Soncu, saj je ta sila v okolici zelo masivne črne luknje razmeroma majhna. Na podiplomskem študiju sem v začetku skupaj z dvema italijanskima študentoma preučevala padec zvezde v vrtečo se črno luknjo (pravimo ji tudi Kerrova črna luknja), nato pa sem se lotila problema padca zvezde v črno luknjo z maso, veliko približno milijon Sončevih mas. V tem primeru plimske sile črne luknje na zvezdo ne smemo zanemariti, saj lahko privede do popolnega plimskega raztrganja zvezde. Posledica raztrganja in učinkov ukrivljanja svetlobe v močnem gravitacijskem polju črne luknje je značilno spreminjanje izseva zvezde s časom. Poenostavljeno lahko rečemo, da bi zvezda za kratek čas zelo močno zasvetila (podobno kot supernova, a za krajši čas), zato bi lahko tak dogodek načeloma opazili tudi, če bi se zgodil v kaki drugi galaksiji.

Moji spomini na podiplomski čas so mešani: žal takrat na podiplomskem študiju še ni bilo možno izbrati astrofizikalne smeri, zato sem poslušala in opravljala izpite iz fizike osnovnih delcev. Samo raziskovalno delo je bilo zanimivo, a sem se počutila precej osamljena, saj sva veliko večino časa delala na tem področju sama z mentorjem in nisva bila del širše raziskovalne srenje. Spomnim se tudi, da je bilo zadnje leto in pol podiplomskega študija zelo naporno, saj sem se šele učila umetnosti usklajevanja poklicnih in materinskih obveznosti in pri nekaterih na fakulteti nisem naletela na razumevanje.

Potem ste od leta 2002 do leta 2004 raziskovali na Astrofizikalnem raziskovalnem inštitutu Univerze Johna Moorsa v Liverpoolu. Tam ste se zanimali za svetlobo, ki jo opazijo na kraju izbruhov sevanja gama. Zakaj se štipendija, ki ste jo imeli, imenuje po Marie Curie?

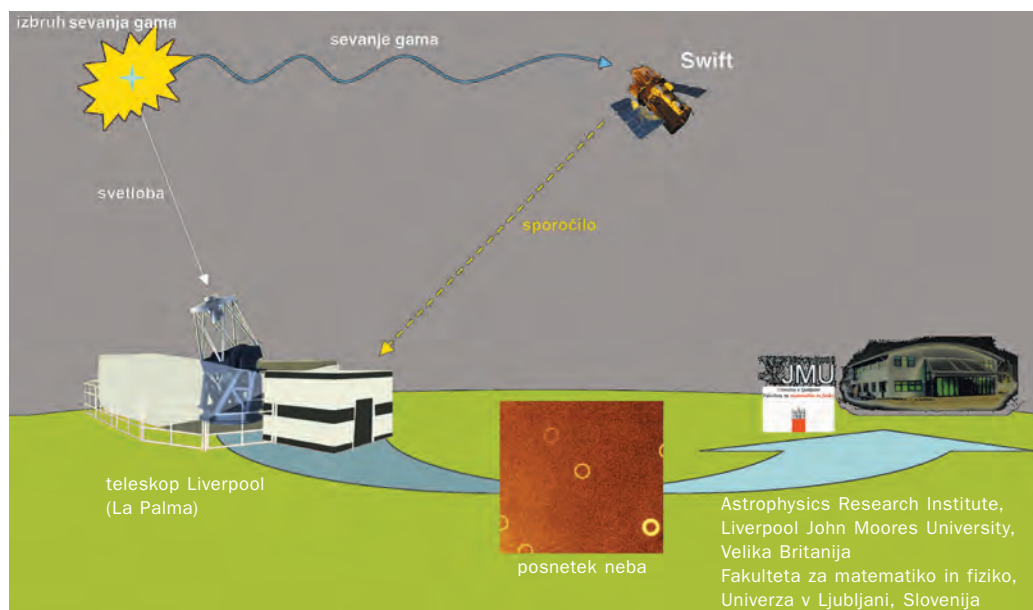
Štipendije Marie Curie so evropske štipendije, ki niso namenjene le ženskam (kot bi morda kdo sodil po imenu), ampak je za njih veliko zanimanje tako med raziskovalkami kot raziskovalci na različnih stopnjah poklicne poti. Natančno ne vem, zakaj so izbrali prav to ime, predvidevam pa, da zato, ker je bila Marie Curie ena najbolj izjemnih in znanih evropskih raziskovalk oziroma raziskovalcev.

Potem pa zopet vprašanje o izbruhih sevanja gama, ki sodijo med pojave v vesolju, pri katerih se v najkrajšem času sprosti največja energija.

V Liverpoolu sem pričela sodelovati pri projektu hitrega opazovanja optičnih zasijev (angleško *afterglow*) izbruhov sevanja gama. Kot pove že ime, so izbruhi sevanja gama kratkotrajni bliski sevanja gama, ki prihajajo iz naključnih smeri neba ob naključnih časih. Ocenjujemo, da so ti izbruhi najmočnejše eksplozije v vesolju po prapoku in

da se v njih v nekaj sekundah sprosti več energije, kot je bo oddalo Sonce v desetih milijardah let. Na podlagi opazovanj danes menimo, da nastajajo ob koncu življenjske poti zelo masivnih in vrtečih se zvezd, ko se njihovo jedro sesede v črno luknjo, in ob zlitju dveh kompaktnih objektov (nevtronskih zvezd ali/in črnih lukenj) v črno luknjo. Če z ustreznimi instrumenti dovolj hitro opazujemo tisti del neba, kjer so se zgodili, lahko v daljših valovnih dolžinah (v rentgenski in vidni svetlobi ter radijskih valovih) vidimo na njihovem mestu nov, hitro ugašajoč izvor, ki mu rečemo zasij. Ker zasiji hitro ugašajo, jih moramo opazovati čim hitreje po izbruhu. S tem pa tudi izvemo več o samem izvoru teh eksplozij. Za hitra opazovanja so najbolj primerni robotski teleskopi, ki delujejo brez človeškega posredovanja in se lahko v manj kot minuti odzovejo na sporočilo o detekciji izbruha sevanja gama, ki jim ga pošlje satelit, na primer Nasin Swift.

Satelit Swift detektira izbruh sevanja gama in preko posebne mreže Gamma ray burst Coordinates Network pošlje sporočilo s koordinatami novega izbruha neposredno teleskopu Liverpool. Ta se samodejno takoj obrne in prične opazovati ustrezni del neba. Posnetke obdela in jih shrani na posebno internetno stran, kjer jih le nekaj minut po izbruhu lahko pregleda dežurni astronom v Liverpoolu ali Ljubljani. Vir: LJMU.

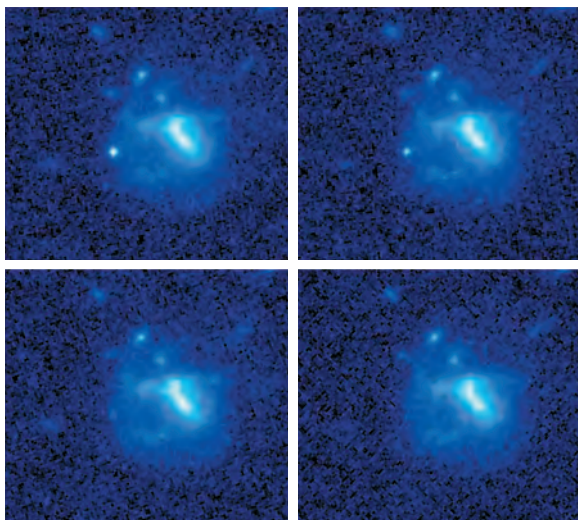


Delali sta na teleskopih na La Palmi, na Havajih in v Južni Avstraliji. O tem delu ste objavili članka v raziskovalnih revijah *Nature* in *Science*. Bralce bo zagotovo zanimalo kaj več o delu ob velikem teleskopu. Ali danes astronomi ne »opazujejo« tudi s teleskopom, ki je oddaljen več tisoč kilometrov? Skupina v Liverpoolu, s katero še vedno sodelujem, ima dostop do takojšnjih (*override*) opazovanj na treh enakih največjih robotskih teleskopih, ki so, kot ste omenili, na kanarskem otoku La Palma, na Maui na Havajih in v Siding Springu v Avstraliji. Ko se ti teleskopi samodejno odzovejo na sporočilo s satelita in pričnejo z opazovanji, ob njih praviloma ni nikogar. Posnete CCD-slike že deloma tudi obdelajo, jih dajo na poseben računalnik oziroma spletno stran in opazovalci, ki smo lahko čisto na drugem koncu sveta, jih lahko takoj pregledamo. Po potrebi lahko preko spleta tudi prekinemo opazovanja in teleskopu naložimo drugo vrsto opazovanj. Kasneje vse posnetke podrobneje analiziramo, jih kombiniramo s podatki z drugih teleskopov in z opazovanji v gama in rentgenskih valovnih dolžinah, ki nam jih dajo sateliti, zlasti Swift, Integral in Fermi. Pri teh raziskavah sodelujejo vsi člani naše skupine: večina jih je v Liverpoolu, dva sta

v Italiji, trije smo v Ljubljani: poleg mene sodelujeta pri tem projektu še doktorska študenta Drejc Kopač in Jure Japelj. Velika večina astronomskih opazovanj pa se danes še vedno opravi na klasični način, tako da je opazovalec ob teleskopu in ga preko računalnikov upravlja, snema slike, zamenjuje instrumente in podobno. Tak primer je tudi opazovanje galaksij, v katerih se dogajajo izbruhi sevanja gama, kar poteka na velikih teleskopih, na primer na Zelo velikem teleskopu (Very Large Telescope, VLT) v Čilu, kjer sodelujemo skupaj z italijanskimi astronomi pri projektu raziskovanja lastnosti teh galaksij s spektroskopom X-shooter.

Ali lahko poveste kaj o *Timesovi* nagradi, ki jo je raziskovalna skupina, v kateri ste delovali, dobila leta 2007?

Nagrado časnika *The Times Higher* za raziskovalni projekt leta smo dobili za projekt RINGO, v katerem smo v pol leta prišli od zamisli do realizacije posebnega instrumenta za merjenje polarizacije, ki je stalno pritrjen na robotski teleskop Liverpool na La Palmi. Z njim nam je uspelo izmeriti polarizacijo optičnega zasija izbruha sevanja gama GRB060418 le 203 sekunde po samem izbruhu, kar je bilo stokrat hitreje od vseh prejšnjih meritev. Izmerjena polarizacija je bila tako nizka, da je izključevala nekatere teoretične modele in podpirala tako imenovane nemagnetne oziroma hidrodinamske modele izbruhov. Nagrada je bila veliko priznanje in spodbuda delu celotne skupine. Sama podelitev je bila v Londonu v zelo



Niz slik prikazuje galaksijo, v kateri sta se zgodila izbruh sevanja gama GRB 050709 in ugašanje njegovega optičnega zasija, ki ga vidimo kot svetel izvor levo od galaksije. Slike je posnel vesoljski teleskop Hubble, in sicer 5,6, 9,8, 18,6 in 34,7 dni po izbruhu. Galaksija je od nas oddaljena dve milijardi svetlobnih let, je nepravilne oblike in približno desetkrat manjša od naše galaksije.

<http://www.astronomy.com/en/News-Observing/News/2005/10/Short-GRB%20riddle%20answered.aspx>.

imenitnem hotelu, tako da imamo na ta večer vsi zelo lepe spomine.

Kakšne občutke ste imeli ob predavanju *Vesolje in mi* v Državnem zboru?

Vabilo za to predavanje se mi je zdelo posebno priznanje slovenski astronomiji in naporom, ki jih poklicni astronomi kljub majhnemu številu vlagamo v raziskovalno delo, v izobraževanje študentov in v popularizacijo astronomije. Projekt *Znanje žanje* v Državnem zboru se mi zdi izvrstna zamisel, škoda je le, da med poslušalci ni več poslancev, saj so predavanja namenjena predvsem njim.

Ste članica raziskovalnega sodelovanja Gaia pri Evropski vesoljski agenciji (ESA). Kakšen je namen sonde, ki jo bodo predvidoma leta 2012 izstrelili v vesolje?

Satelit Gaia je namenjen preučevanju naše galaksije. Zelo natančno naj bi izmeril tridimenzionalne položaje in hitrosti velikega števila zvezd v Galaksiji ter njihove lastnosti, kar bo omogočalo študij razvoja Galaksije, njene preteklosti in prihodnosti.

Ob pregledovanju neba bo Gaia »spotoma« opazovala mnoge zanimive objekte in pojave in bo tako prispevala k različnim področjem astrofizike.

Bralce zagotovo zanimajo Vaši vtisi ob Mednarodnem letu astronomije 2009, ko ste bili glavna koordinatorka. Katere akcije imate za najbolj uspešne?

Po mojem mnenju je bilo res izjemno, kako veliko je uspela narediti majhna skupina ljudi, seveda ob izdatnem sodelovanju ljubiteljskih astronomov in društev ter učiteljev. Po moji oceni so bile najbolj uspešne akcije *Teleskop za vsako šolo*, ki jo je podprlo Ministrstvo za šolstvo in šport, javna opazovanja in dnevi odprtih vrat na observatorijih vse leto ter razstava *Od Zemlje do vesolja*. Ta je vključevala dve potujoči razstavi, ki sta obiskali več kot sto šol in sta pot po Sloveniji nadaljevali še do konca leta 2010, in »veliko« poletno razstavo s 120 panoji na Jakopičevem sprehajališču v Tivoliju v Ljubljani, ki jo je omogočilo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in je bila pozimi leta 2009/2010 ponovljena.

Zelo velik teleskop (VLT) v Čilu, ki ga sestavljajo štirje teleskopi z 8,2-metrskimi zrcali. Na nebu so vidne krožne sledi zvezd, ki so se med 45-minutno ekspozicijo zaradi vrtenja Zemlje zavrtele okrog južnega nebesnega pola. Svetel madež levo spodaj je sled Velikega Magellanovega oblaka, medtem ko so svetli deli nad levim teleskopom sledi svetlih delov Rimske ceste in zvezd ozvezdja Južni križ. Foto: Gianluca Lombardi/ESO.



Nekaj v letu 2009 pričetih akcij se uspešno nadaljuje: na primer spletna stran, ki je sedaj preimenovana v *www.portalvvesolje.si*, in tekmovanje iz znanja astronomije za osnovne in srednje šole.

Veliko pišete v *Spiko* in v druge slovenske revije in časopise. Zagotovo se Vam zdi informiranje širokega kroga ljudi o astronomiji in astrofiziki pomembno. Kaj menite o tem?

Ja, res se mi zdi pomembno širiti astronomsko znanje med ljudi, zlasti zato, ker vesolje mnoge ljudi zelo zanima, a v času izobraževanja niso slišali skoraj nič o njem. To, zanimanje in neznanje, je žal tudi idealni teren za razne samooklicane strokovnjake, napovedovalce katastrof, vpliva nebesnih teles na ljudi, prodajalce zvezd in podobno. Več ko ljudje vedo o vesolju, manj nasedajo takim »strokovnjakom«.

Kaj naj astronom ali astrofizik naredi, ko bere ali sliši za nekatera nenavadna mnenja neastronomov?

To je zanimivo vprašanje in mnenja mojih kolegov so različna. Nekateri menijo, da nima velikega smisla spuščati se v debate ali dopisovanja po elektronski pošti ali v medijih, saj vzame veliko časa in živcev ob vprašljivem rezultatu. Po drugi strani pa se znanstveniki vendarle ne smejo zapreti v svoje slonokoščene stolpe in ob raznih neumnostih, ki krožijo po medijih, kar molčati. Konec koncev so plačani iz davkoplačevalskega denarja in nekateri menijo, da je njihova dolžnost, da se oglasijo in predstavijo pogled znanosti, ki temelji na preverljivih dejstvih. A vendarle je korektno obveščanje javnosti in učenje kritičnega mišljenja bolj naloga medijev in šol, ne znanstvenikov ... Verjetno je prava pot nekje v sredini. Ti besedni spopadi so v nekaterih primerih res samo prepričevanje prepričanih in vnaprej izgubljene bitke z »drugače prepričanimi«. Na vsako neumnost nima smisla odgovarjati, saj ji s tem samo dajemo povsem nezasluzeno težo. V drugih primerih pa se je vendarle treba oglasiti. Najbolje je - če se

da - pametno si izbirati bitke in se podati le v tiste, ki jih je smiselno bojevati.

Zavzemate se za možnosti raziskovalk. Ali mislite, da imajo na Fakulteti za matematiko in fiziko raziskovalke enake možnosti kot njihovi moški kolegi?

Načeloma imajo, saj ni nekih očitnih razlik v obravnavi enih in drugih. A vendarle močna prevlada moškega kadra na Oddelku za fiziko (za matematike ne morem reči, ker razmer ne poznam dovolj dobro) zlasti na višjih ravneh kaže, da vse le ni čisto enako. Podobno je tudi na mnogih fizikalnih inštitutih in fakultetah po svetu. Kar lahko rečem za naš oddelek, je, da se moški kolegi do teh nekaj raziskovalk, kar nas je, obnašajo spoštljivo, nismo pa deležne nobenega posebnega razumevanja, ko poskušamo čimbolj uspešno krmariti med poklicnimi in družinskimi obveznostmi. Za mnoge je kritični trenutek po doktoratu, ko težko izvedejo eno- ali dvoletni podoktorski študij v tujini. Koristna se mi zdi ureditev, ki jo imajo ponekod v tujini, da je raziskovalka (in tudi raziskovalec) po daljši odsotnosti, kot je na primer porodniški dopust, nekaj mesecev po vrnitvi v službo razbremenjena pedagoških obveznosti, da lažje ujame korak z novimi članki in odkritji na svojem raziskovalnem področju. To bi po mojih izkušnjah bilo v veliko pomoč pri uspešnem nadaljevanju raziskovalnega dela po daljši prekinitvi.

Kako uskladite svoje delo kot docentka na Fakulteti za matematiko in fiziko in Pedagoški fakulteti z zahtevami družinskega življenja?

Je kar naporno. Ni magične rešitve, saj ima dan samo štiriindvajset ur. Kot vse zaposlene mame se trudim po najboljših močeh, da bi vlogo mame opravljala čim bolje in da bi službene obveznosti čim manj vplivale na družinsko življenje in obratno. Mislim, da mi uspeva bolj za silo. Vedno bolj opažam, da drži, kar pravijo tisti, ki so to že izkusili, in sicer da otroci zelo hitro rastejo in je zato treba čimbolj izkoristiti tistih nekaj let, ko si

najbolj želijo in potrebujejo našo pozornost in čas. Žal vsak dan nosim delo tudi domov.

Kakšen je vaš odnos do znanstvenega jezika in do poljudnejšega jezika, v katerem znanost (ki je tako ali tako namenjena vsem ljudem) šele lahko »doseže« tudi nestrokovnjake?

Poljudno pisanje o bolj zapletenih znanstvenih pojmih ali pojavih skriva veliko čeri. Marsikaj lahko preveč poenostavimo, si pomagamo z napačnimi analogijami in podobno. Seveda naj bi bil poljudnoznanstveni opis veliko bolj zanimiv, slikovit in pester kot suhoparni znanstveni članki. Zato je treba poleg dobrega in širšega razumevanja snovi, o kateri pišemo, imeti tudi talent za pisanje ali/in pa veliko vaje.

Kakšno je vaše mnenje o habilitacijskih merilih za napredovanje in merilih za pridobivanje znanstvenih projektov, v katerih imajo popolno prevlado objave v revijah SCI (Science Citation Index), v glavnem izključno tujih? Tako številčenje, dr. Anže Slosar bi rekel numerologija, ima lahko več posledic. Tekma za točkami lahko raziskovalki oziroma raziskovalcu preprečuje, da bi si vzel čas za globlji premislek o svoji raziskovalni temi; vprašanje je, ali lahko raziskovalka ali raziskovalec v teh revijah objavi vsako temo (morda je večja možnost, da v njih lahko objavite »modnejšo« temo); in – zahtevane objave samo v angleškem (znanstvenem) jeziku verjetno odtegujejo znanstvenike, da bi pisali tudi v slovenskem jeziku (objave v slovenskem jeziku v merilih tako ali tako bolj malo ali pa sploh nič ne štejejo), le v njem pa je v Sloveniji mogoče z raziskovalnimi dosežki seznanjati tudi nestrokovnjake, kar pomeni, da je le v njem – pri nas seveda – mogoče znanosti zagotoviti njeno družbeno pomembnost ...

Če začnem na koncu vprašanja. Menim, da je za vsako vedo nujno, da njeni raziskovalci objavljajo tudi v tujih revijah in se na tak način postavijo na svetovno sceno, na prepih, ki pomaga ločiti zrno od plevla. To

seveda ne pomeni skrajnosti, v kateri smo, ko objave v kakovostnih slovenskih revijah zelo malo štejejo.

Ta numerologija, kot ste jo omenili, je po mojem mnenju zelo slab in birokratski način vrednotenja dela in uspešnosti raziskovalcev, ki ne meče v isti koš samo jabolk in hrušk, ampak zraven še cela drevesa, živali, hiše, letala in pač vse, kar je. Že astrofizika se deli na več podpodročij, na katerih uspešnosti ne moremo primerjati samo s številom člankov in citatov. Nemogoče je torej, da bi lahko s takim sistemom točk objektivno ocenjevali raziskovalce na raznolikih naravoslovnih in družboslovnih področjih. In za nameček vse z enakimi vatli, pa naj delajo le raziskovalno na inštitutu ali pa na univerzi poleg raziskovanja še učijo. To je pač sistem, kjer se nihče ne pogloblja v vsebino članka in pomen opravljenega dela, ampak samo sešteva, deli s številom avtorjev in časovno enoto ter izpolni kvadratega. Sistem je pisan na kožo uveljavljenim starejšim raziskovalcem, ki že vodijo svoje skupine, in vzdržuje odvisnost mlajših raziskovalcev od njih. Pri nas je namreč izjemno težko začeti svoj projekt in ustanoviti svojo skupino, tudi če imaš odlično novo idejo.

In za konec, v zadnjem času je bil ustanovljen Center odličnosti Vesolje-SI. Ali utegne to pomeniti, da se astronomiji pri nas obetajo boljši časi?

Center odličnosti Vesolje-SI združuje strokovnjake več ved, ki so na različne načine povezani z vesoljem, sateliti in njihovo uporabo. Astronomi predstavljamo le njegov manjši del. Center odličnosti nam je prinesel eno novo delovno mesto, tako da o res dobrih časih slovenske astronomije še ne moremo govoriti. V Sloveniji imamo tri profesionalne astronome na milijon prebivalcev (to je zelo optimistično štetje, saj nas večina ni le raziskovalcev, ampak smo tudi pedagoški delavci), medtem ko je drugod v Evropi ta številka med štiri in dvanajst.