

Pogovor s profesorjem Tomažem Zwitterom

Janez Strnad

Tomaž Zwitter je bil rojen leta 1961 v Ljubljani. Po srednji šoli je študiral fiziko na Fakulteti za matematiko in fiziko na Univerzi v Ljubljani in končal študij leta 1985 z diplomom *Modeli zvezd* pri profesorju Andreju Čadežu. Po diplomi je bil mladi raziskovalec na Oddelku za fiziko. Študiral je na Mednarodni šoli za višje študije v Trstu. Leta 1990 je opravil doktorat iz astrofizike o dvojnem zvezdnem sistemu SS433 pri profesorju Massimu Calvaniju. Leta 1991 je postal asistent na Oddelku za fiziko. Kot podoktorski štipendist je najprej delal na Mednarodnem centru za teoretično fiziko v Trstu in na Univerzi v Padovi.

Leta 2006 je postal redni profesor za astronomijo in astrofiziko na Oddelku za fiziko. Na tem oddelku predava predmete Astronomska opazovanja, Naše in druga osončja, Astronomija 1, Opazovalna astrofizika, Opazovalne metode v astrofiziki in Izbrana poglavja iz astrofizike, v preteklosti je predaval tudi predmet Astronomija na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani in Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.

Ob tednu Univerze decembra leta 2013 mu je Univerza v Ljubljani za izjemne zasluge pri razvijanju znanstvenega in pedagoškega

Foto: Savina Zwitter.



ustvarjanja podelila zlato plaketo. Leta 2013 je dobil Zoisovo priznanje za pomembne znanstvene dosežke v astrofiziki in astronomiji.

Je član Mednarodne astronomske unije in deluje v nekaterih njenih komisijah in odborih, tudi na pomembnih funkcijah. Pri nas vodi raziskovalni program Astrofizika in fizika atmosfere.

Še pred doktoratom je začel raziskovalno delati, doslej je s sodelavci objavil 105 člankov v mednarodnih raziskovalnih revijah. Predvsem ga zanimajo astronomske meritve, ki pripeljejo do podatkov o zgradbi vesolja. Sodeloval je in sodeluje v številnih mednarodnih skupinah, ki raziskujejo razvoj Galaksije. Je eden od vodij mednarodnega raziskovalnega projekta RAVE, kar je kratica angleškega imena Poskus o radialnih hitrostih. Med drugim so ugotovili ubežne hitrosti zvezd v okolici Sonca. Ugotovitve se ujemajo z zamislijo o obstoju temne snovi v zunanjem haloju Galaksije. Po tej poti so prišli tudi do najboljšega podatka o masi Galaksije. Uvedel je nov spektroskopski način za ugotavljanje oddaljenosti zvezd. Da je raziskovalno delo profesorja Zwittera v med-

narodnih krogih uspešno in cenjeno, priča več kot tri tisoč čistih citatov.

Profesor Zwitter v okviru projekta Evropske vesoljske agencije sodeluje v njeni vesoljski misiji Gaia. V okviru komplementarnih opazovanj s teleskopom VLT v Čilu sodeluje v projektu Gaia-ESO, kjer ga posebej zanimajo medzvezdna snov in redki tipi zvezd. Povabljen je bil v avstralski projekt Hermes-GALAH, ki s podrobnim študijem kemične sestave zvezd skuša razvozlati nastanek Galaksije. Tam vodi študij posebnih tipov zvezd in medzvezdnega prostora, pripravil pa je tudi seznam zvezd za opazovanje. Pogosto opazuje tudi s teleskopi v Asiagu v Italiji.

Kakšne spomine imate na srednjo šolo? Kdaj ste se odločili za študij fizike?

Fizika me je zanimala že kot osnovnošolca, navduševali so me dolgi in zanimivi pogovori o naravoslovju z odličnim fizikom, bratrancem Andrejem Detelo, tudi danes zelo cenim njegove izjemne ideje o novih vrstah elektromotorjev in o samourejanju v naravi. Reda v razmišljanju me je na Prežihovem Vorancu naučila osnovnošolska profesorica



Delo v »Hotelu Ritz«, kot imenujejo nadzorno sobo teleskopov Evropskega južnega observatorija v La Silli v Čilu. Z visokoločljivim stopničastim spektrogramom smo beležili spektre simbiotičnih dvojnih zvezd. Levi zaslon kaže vremenske razmere, srednji podatke o teleskopu, zasloni zgoraj in desno pa posnete podatke. Slika je nastala pred leti, zasloni so sedaj tanjši, opazujemo pa pogosto na daljavo iz doline ali celo z druge celine.

Foto: Tomaž Zwitter.

matematike Draga Poženel. Izurila me je tudi v geometrijski ponazoritvi, ki je za fizikalno razmišljanje nujna. V srednji šoli je bilo gotovo najpomembnejše, da sva tedaj začela hoditi z današnjo ženo. V klasičnem razredu sem si razširil obzorje in na kakšnem dolgočasnem sestanku tudi danes pride prav kak latinski rek. Med učitelji fizike se spomnim odličnega profesorja Lobnika. Za ostalih vsaj pet profesorjev fizike upam, da se me ne spomnijo oni. Tudi moje uporno vrtanje z vprašanji jih je najbrž prepričalo, da so drug za drugim zamenjali službo.

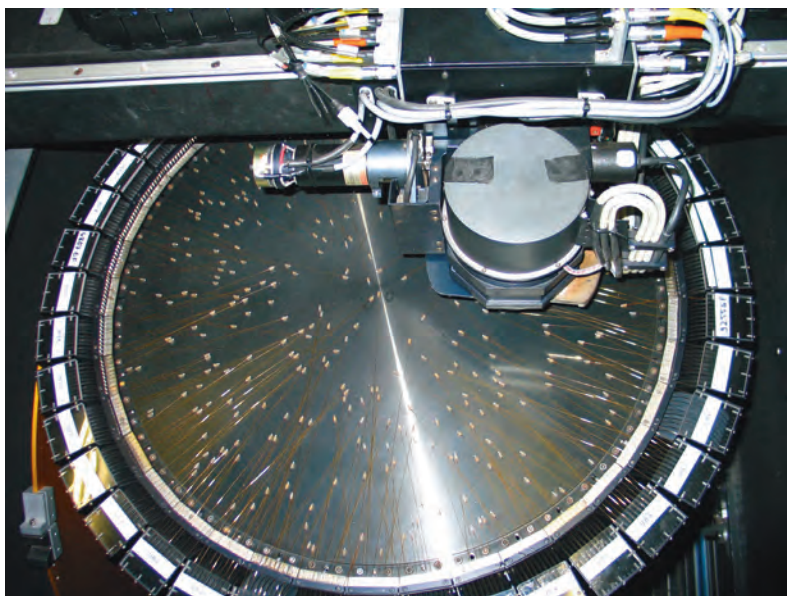
Kaj mislite o študiju na Oddelku za fiziko?

Proti koncu srednje šole sem bil negotov, ali bom sposoben za ta študij. Zato sem si zadal nalogo, da povsem sam ugotovim, kako se Sonce giblje po nebu na različne dni v letu. Pomagal sem si z žigicami za namizni tenis. Ko o tem danes govorim brucem, lahko rečem, da mi je približno uspelo. Pred študijem sem moral še v vojsko in tam predelal prva dva dela učbenika profesorja Strnada. Ko sem prišel k profesorju Prijatelju na svoj prvi izpit, sem vedel, da sem se odločil prav. Študij fizike je prava odločitev

za vsakogar, ki bi rad razumel naravo. Tudi astronomi želimo veselje razumeti, torej je treba študirati fiziko. Če imate med študijem, ki vam da enak naziv in zaposlitvene možnosti kot ostalim fizikom, opravek z dogodki, ki so se zgodili pred milijardami let, pa smo jih vseeno odkrili šele v 21. stoletju, toliko bolje.

Kot mladi raziskovalec ste delali v tujini. Kako je mogoče delo fizika, astronoma ali astrofizika doma primerjati z delom v tujini?

Z leti se moj slog dela navidezno spreminja: najprej sem delal sam ali v paru, sedaj sem član skupin z nekaj deset člani. Vendar je osnova tu ali v tujini, nekdaj ali zdaj enaka: odgovorni ste, da boste delo, ki ste ga prevzeli, tudi opravili. Vi se zanesete na druge, drugi na vas. Zraven pa je seveda treba imeti pravo mero samokritike in kritike. Pri zadržanju pomaga, da so odnosi med astronomi zelo sproščeni, in res ni važno, od kod prihajate, ampak šteje le vaš argument. Tako lahko vse poveste naravnost, brez ovinkov.



Robot razporeja optična vlakna po plošči, ki se bo kasneje zasukala v primarno gorišče štirimetrskega teleskopa na Avstralskem astronomskem observatoriju v Siding Springu. S štiristo optičnimi vlakni hkrati zajemamo svetlobo in preučimo spektre prav toliko zvezd, kar je ogromna prednost v primerjavi s klasično spektroskopijo, ko moramo beležiti vsako zvezdo posebej. Foto: Tomaž Zwitter.

Opazovali ste z velikimi teleskopi. Bralce *Proteusa* najbrž zanima, kako poteka delo na takem teleskopu.

Če kdo pričakuje romantiko, ga bom razočaral. Seveda ni lepšega od vzhajanja Zemljine sence po sončnem zahodu. Tudi jutro je lahko lepo, ampak takrat ste utrujeni in se je treba prepričati, da morate iti spat. Od večera do jutra pa delate v sobi z veliko računalniškimi zasloni in tipkovnicami. Navadno ste sami, proti jutru med kakšno dolgo osvetlitvijo tudi zaplešete ob čim bolj divji glasbi, ki odžene spanec. Se pa stvari spreminjajo. Tehnologija napreduje, zato pogosto sploh niste v stavbi teleskopa, ampak ga upravljate z druge celine in je to za vas podnevi. Predvsem pa večino časa vzameta kasnejša obdelava in interpretacija podatkov, tako astronom pogosto opazuje le nekaj noči na leto. V zadnjih letih sem veliko truda namenil avtomatizaciji manipulacij podatkov, saj jih moderna tehnologija prinese toliko, da se mora računalnik odločati sam, kljub temu pa ste za pravilnost rezultatov odgovorni vi.

Veliko ste potovali, tudi na dolge razdalje. Ali ste na potovanjih v času, ki jim ni naklonjen, doživeli kaj zanimivega?

Potuje se vedno po najnižji ceni, torej sčasoma veste, pri kateri letalski družbi dobite ob isti ceni pet centimetrov več prostora za kolena in kako je treba sedeti, da vas manj boli hrbet. Prigode? Pred mnogo leti sem se vračal z opazovanj na Evropskem južnem observatoriju v Čilu. Na letu čez Ande sem si privoščil pivo. Seveda me je žena ob poljubu kakih dvajset ur kasneje na dobrih trinajst tisoč kilometrov oddaljenem Brniku takoj vprašala, kaj sem pil. In ljudje naj bi imeli slabo razvit vonj in okus.

Ali lahko podrobneje opišete načrt RAVE, katerega pobudnik ste in pri katerem imate vodilno vlogo?

Naša Galaksija je tipična spiralna galaksija v lokalnem vesolju. Tako nam razumevanje

njenega nastanka pomaga razumeti študij nastanka galaksij v vesolju nasploh. Ta pristop je alternativa kozmologiji, ki preučuje objekte, ki so zelo daleč in ji zato vidimo take, kot so bili, ko je bilo vesolje še mlado. Odločilno je seveda vprašanje, ali je v naši Galaksiji še kaj ostankov iz časov njenega nastanka. Odgovor je odločen da, saj recimo zvezde Sončevega tipa živijo kakih 10 milijard let, tiste z manjšimi masami pa še mnogo dlje. Te številke so primerljive s starostjo vesolja, ki je nastalo pred 13,8 milijarde leti. Celó v naši okolici tako najdemo zvezdne metuzaleme, ki so tu še od nastanka Galaksije. V nekaterih primerih je mogoče z merjenjem današnjega položaja in gibanja tirnico zvezde okoli središča Galaksije spoznati dovolj dobro, da lahko čas v računalniku zavrtimo nazaj in vidimo, kako je zvezda nastala. To je tudi nosilna ideja projekta RAVE, kjer smo med drugim pokazali na kanibalistični nastanek naše Galaksije, ki je nastala z združevanjem manjših galaksij. S to potrditvijo je naša Galaksija postala še bolj normalna, enaka kanibalističnim interakcijam med galaksijami, ki jih na velikih razdaljah vidijo kozmologi. Cilj naslednjega velikega projekta z imenom Hermes-GALAH je še ambicioznejši: s tem, da bomo za veliko število zvezd v Galaksiji natančno izmerili njihovo kemično sestavo, bomo lahko povedali, katere zvezde so nastale skupaj, iz istega oblaka plina. Na primer, katere so sestre našega Sonca. Tako bomo spoznali, v kakšnih skupinah, po koliko hkrati ter kje in kdaj so nastale zvezde naše Galaksije, posredno pa tudi o fizikalnih razmerah v takratnem plinu, ki se je gostil ob trkih galaksij v mladem vesolju. Časovni stroj je torej mogoče narediti.

Ali lahko poveste kaj več o raziskovanju svetlobe zvezd? Ali zares svetlobo vsake zvezde v teleskopu speljete s svetlobnim vodnikom do naprave, ki jo analizira?

Težava naše Galaksije je, da jo sestavlja kakih 400 milijonov zvezd, ki so razporejene



Dnevni posnetek štirimetrskega teleskopa na observatoriju v Siding Springu v Avstraliji. Svetloba vpada z desne, se odbije na (pokritem) primarnem zrcalu in nato zbere na hrbtni strani črnega valja, kjer je plošča z optičnimi vlakni. Noben drug teleskop take velikosti nima kar dve stopinji širokega vidnega polja, kar omogoča, da bomo v okviru projekta Hermes/GALAH z njim posneli visoko ločljive spektre milijona zvezd, razporejenih po vsem južnem nebu. Foto: Tomaž Zwitter.

po vsem nebu. Pri študiju gibanja zvezde in kemične sestave njenih zunanjih plasti izkoristite dejstvo, da večina fotonov v zunanji ovojnici zvezde lahko prosto odleti proti Zemlji, tisti, katerih energija se ujema z energijsko razliko med dvema nivojema elektrona v katerem od v ovojnici prisotnih atomov, pa se radi absorbirajo in v končni svetlobi manjkajo. Na izmerjeno valovno dolžino teh absorpcij preko Dopplerjevega premika vpliva tudi hitrost približevanja ali oddaljevanja zvezde. Za takšne meritve morate svetlobo zvezde razločiti po valovnih dolžinah in ni dovolj, da posnamete le njeno sliko. Tu imate težavo, ker so hitrosti zvezd majhne v primerjavi s hitrostjo svetlobe in ker detektorji svetlobe ne znajo dovolj dobro ločiti med valovnimi dolžinami. Rešitev je, da uporabite spektrograf, ki svetlobo različnih valovnih dolžin razkloni v različne smeri. Iz točkaste slike zvezde torej nastane ravna sled, vzdolž katere se spreminja valovna dolžina svetlobe. Ker pa ste s tem žrtvovali eno od prostorskih dimenzij, nale-

tite na težavo, da so zvezde na nebu razporejene naključno in vsaj tiste dovolj svetle za opazovanje tudi precej narazen. Tu pomaga dvojje: teleskop s čim širšim pogledom in šop optičnih vodnikov. Z vsakim zajamete svetlobo po ene zvezde in jo na drugi strani speljete v spektroskop. Tako lahko hkrati namesto ene ali dveh beležite svetlobo več kot stotih zvezd. Tako smo v projektu RAVE spektroskopsko opazovali pol milijona zvezd, kar je dvajsetkrat toliko, kot jih je bilo opazovano kadarkoli pred tem.

Kaj menite v času, ki nasploh ni ugoden za znanost, o razvoju astronomije in astrofizike pri nas in po svetu?

Astronomija se je spremenila iz znanosti, kjer dela vsakdo zase, v delo v skupinah z nekaj deset ali sto člani. V projektu RAVE, kjer sem odgovoren za znanstveno kakovost dobljenih rezultatov, na primer sodeluje trinajst ustanov iz devetih držav Evrope, Severne Amerike in Avstralije. Ena možnost za vstop v taka sodelovanja je dovolj velik

finančni prispevek. Kot ilustracijo naj omenim, da so Avstralci za projekt Hermes-GALAH, ki se je ravnokar začel, zgradili povsem nov spektroskop, ki jih je stal skoraj trinajst milijonov dolarjev. Mi pri tem projektu sicer vodimo raziskave posebnih tipov zvezd in medzvezdnega prostora, a žal nismo mogli prispevati finančnih sredstev. K sreči so nas povabili, saj očitno cenijo naše delo in znanje. Podobno je tudi z ostalimi projekti. Seveda pa upam, da bodo domači logi razumeli vsaj, da si moramo operativne stroške potovanja in za delo potrebne lastne opreme plačati sami. Lepo bi bilo tudi, da pri seznamih izbranih mentorjev mladih raziskovalcev ne bi prevečkrat brali istih imen, saj se seveda v vse te projekte ne vključujem zaradi sebe, ampak zato, da imajo doktorski študentje odlične možnosti dostopa do prvovrstnih podatkov. Skratka, če pogledamo, kako majhna skupina na področjih astronomije in meteorologije dela v Sloveniji in koliko naredi, bi bil morda čas, da se tudi po relativni velikosti skupine na število prebivalcev začnemo približevati razvitim državam. Tujcem raje nikoli ne priznam, kako malo nas je, saj bi se morda kdo ustrašil, da dogovorjenega ne bomo zmogli.

Leta 2002 ste izdali uspešno knjigo za širok krog bralcev *Sprehod skozi vesolje*. Veliko sodelujete z Radiom 202 pri Frekvenci X. Poleg raziskovalnega dela in poučevanja se ukvarjate tudi s popularizacijo. Kakšne so pri tem vaše izkušnje? Ali se vam popularizacija zdi pomembna?

Vedno slišim, da je astronomom lahko, ker pač vesolje vse zanima. To je seveda res, saj je napredek skokovit in končno prvič v zgodovini človeštva znanstveno lahko iščemo odgovore na vprašanja, ali smo v vesolju sami ter kako in kdaj je vesolje nastalo in kaj bo z njim v prihodnosti. Ampak ne verjamem, da so druga področja za splošno javnost nezanimiva. Kolegi s Kvarkadabre so na primer jasno pokazali, da se da odlično razložiti marsikaj. Večina dobrih

naravoslovcev zna svoje delo tudi preprosto razložiti. Če tega ne znate, pomeni, da si zadev ne predstavljate, kar ni dobro. Tudi stična točka z vsakdanjim življenjem je pogosto blizu, samo pomislite na vsakodnevne tehnološke igrače, na umetnije novih materialov ali na norost finančnih trgov. Morda za to ni vsak, bi pa moral biti kdo v vsaki raziskovalni skupini. Pa ne mislim na en prispevek vsakih nekaj let, ampak na nekaj na leto. Seveda pa to vzame čas, pripraviti si morate ilustrativne številke, najti nazorne primerjave, misli uokviriti. Žal v optimizaciji življenja, ko je menda važno le, koliko raziskovalnih točk imaš za prijave na razpise, časa za to zmanjka. Slovenci smo dovzetni, treba bi bilo le dovolj smelo prilagoditi pravila. S kolegi v skupini tu plavamo proti toku: leto astronomije, radijske in televizijske oddaje, spletišča, prevajanje, tekmovanja, dnevi odprtih vrat, predavanja si sledijo druga za drugim. Seveda je treba paziti, da vam to ne pobere vsega časa, ampak zadovoljen obraz ali zvito vprašanje poslušalca sta najlepši nagradi.

Še tradicionalno vprašanje: kaj bi svetovali srednješolcu ali srednješolki ali študentu ali študentki, ki se zanima za študij astronomije ali astrofizike?

Astronomija in astrofizika skušata vesolje razumeti s fizikalnimi zakoni, ki jih je narava napisala v matematičnem jeziku. Torej ni vseeno, kako vam gre v šoli matematika. Pri nas je ne boste raziskovali, jo boste pa uporabljali. Pa fizikalna zvedavost je zelo cenjena in z računalniki pri nas računamo in niso le orodja za obiske družabnih omrežij. Ko boste študij zaključili, bo pisalo, da ste fizik, kar pomeni, da so vaši kolegi vsaj doslej z lahkoto našli službo, ki pa ni nujno povezana z astronomijo. Za vas same ali če boste denimo želeli nadaljevati kariero v tujini, pa bo seveda jasno, da razumete marsikaj o planetih okoli drugih zvezd, o razvoju vesolja in njegovih delov. Zanimivo? Potem je to to.