



## DR. ZALA LENARČIČ: ISKANJE ESTETIKE V ABSTRAKTNEM RAZUMEVANJU SVETA

Pogovarjala se je: *Polona Strnad*

Foto: *Marjan Verč*

**Z**ala Lenarčič je po študiju fizike na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani kot mlada raziskovalka na Odseku za teoretično fiziko Instituta Jožef Stefan in asistentka na fakulteti vpisala tudi doktorat, ki ga je leta 2015 uspešno zagovarjala. Po doktoratu pa jo je pot takoj vodila v tujino, najprej za tri leta na Univerzo v Kölnu v Nemčiji in za tem še za dve leti na Univerzo Kalifornije, Berkeley, v Združene države Amerike. Leta 2020 se je spet vrnila v Slovenijo in se kot raziskovalka in kot vodja skupine zaposlila na ljubljanskem Institutu Jožef Stefan. In v resnici takoj, novembra leta 2022, prejela prestižni projekt Evropskega raziskovalnega sveta za začetek samostojne kariere »ERC Starting Grant«. ERC projekte je do zdaj prejelo skupaj 24 Slovencev. Področje Zalinega dela so kvantni sistemi, eksotični kvantni pojavi in kvantni simulatorji.

**Zala, si že kot otrok vedela, da boš raziskovalka?**

Iz otroških let se dobro spominjam darila, knjige o planetih in vesolju, ki je v meni vzbudila vznemirjenje in zanimanje o tem, kaj je okrog nas, kako to raziskati. Po tem sem vsem razlagala, da bom astronautka in si temu primerno izbrala pravi astronautski šolski nahrbtnik, ki ga moji starši hranijo še danes. Z odraščanjem in izobraževanjem se je zanimanje pomaknilo proti bolj abstraktnemu svetu matematike in opisu narave z zakoni fizike. V osnovi pa je ostala tista otroška želja po razumevanju in opisovanju sveta okrog mene.

**Kaj tebe osebno žene v znanosti, za kaj se ukvarjaš z raziskovanjem?**

Seveda me ženeta lastno zanimanje in radovednost. Pomaga tudi, da sem perfekcionista, kar mi ne da miru, dokler zadevi ne pridem vsaj do prvega dna. A splošno je verjetno veliko manj znano, da je znanost zelo podobna športu: kar zares šteje, je biti prvi, biti presežen in najbolj inovativen. Pridobiti raziskovalno pozicijo je izjemno težko, kar dela skupnost selektivno. Vse to ustvarja pogoje, ki zahtevajo izjemno predanost, srčnost pa tudi pritisk, ki se ga ljudje izven znanosti mogoče ne zavedajo in romantično radi interpretirajo kot izključno osebno gonilo. V resnici je znanstveni sistem izjemno kompetitiven in nezagnani ljudje iz njega preprosto odpadejo. A to zdržiš le, če imaš dovolj goriva v svoji radovedni notranjosti.

**Kako doživljaš znanost v vsakdanjem življenju, ti pomaga ali ne živeti?**

Verjetno sem zaradi svojega poklica in karakterja precej racionalna, kar zanimivo, v določenih človeških interakcijah, včasih povzroči zmedo.

**Zakaj?**

Od človeka, še posebej od ženske, se v resnici velikokrat pričakuje emocionalnost in ne racionalnost.

Rada optimiziram, tudi vsakdan. In rada vsaj približno razumem stvari okrog sebe. Na primer, ob poplavih v Sloveniji sem si ogledala vsaj en

**Ko sem se zaposlila v Berkeleyu, na Univerzi Kalifornije, sem si rekla: bravo slovenski šolski sistem, tu sem, ne da bi se kdaj zakreditirala za svoje izobraževanje.**

dokumentarec, ki mi je pojasnil, od kot taki pojavi, da so, grobo gledano, lahko posledica zmanjševanja globalnih razlik v temperaturi, ki delajo vremenske spremembe počasnejše. Skratka, poskušam vsaj približno razumeti, kaj se dogaja okrog mene.

**V Sloveniji si opravila vse stopnje izobraževanja, torej osnovno šolo, gimnazijo, fakulteto in tudi doktorat. Kakšna je po tvojem mnenju izobrazba, dosegljiva v Sloveniji?**

Šolski sistem, vsaj tisti, skozi katerega sem se jaz izobraževala, je bil izjemno dober. Seveda je moj napredek temeljil tudi na entuziazmu posameznikov, a je bil tudi sistematičen, posledica tega, da je gimnazija Bežigrad imela tudi matematično orientiran razred. Ko sem se zaposlila v Berkeleyu, na Univerzi Kalifornije, sem si rekla: bravo slovenski šolski sistem, tu sem, ne da bi se kdaj zakreditirala za svoje izobraževanje. A vsakič, ko berem novice o tem, da šole nimajo učitelja fizike, matematike, ... , me kar zmrzi in se zbojim, da v skupnosti, kjer učiteljski poklic ni čislán, kot je bil nekoč, otroci ne bodo dobili tako močnega orodja za preživetje, kot sem ga jaz.

**In kakšno je naše znanstveno okolje v primerjavi s tujino?**

Vsaj na mojem področju je Slovenija izjemno uspešna in prepoznavna v svetu. Čeprav se finančna slika in vzpodbuda ne moreta primerjati s tujino, tu k sreči deluje veliko entuziastov, ki Slovenijo postavljajo na zemljevid prebojne znanosti. To potrjujejo tudi kolegi iz tujine, ki priznavajo, da je v Sloveniji izredno velika koncentracija odličnih znanstvenikov.

Rekla bi, da je širše gledano problem Slovenije njena majhnost. Včasih so v ospredju parcialni interesi, zaradi majhnosti sistema včasih ne znamo pogledati strateško. Zdi pa se, da se ta pogled z mladimi generacijami, ki so bile vzgojene tudi v tujini, spreminja.

**Tvoje področje raziskav je fizika, natančneje kvantna fizika. Kako bi ga povzela za poljudne bralce?**

Kvantna mehanika večinoma opisuje svet na zelo majhnih razdaljah, na atomski in subatomske skali, od lastnosti molekul in materialov do najmanjših gradnikov snovi, kvarkov. Mene zanima predvsem, katere zanimive kvantne pojave lahko opazimo v materialih in kako si pri razumevanju tega pomagati s kvantnimi simulatorji in kvantnim računalnikom. Razumevanje lastnosti materialov je v resnici že v ravnovesju precej netrivialno, saj je zaradi interakcije med gradniki, med elektroni, kvanten opis materialov pravzaprav zelo težak. Osrednja tematika mojih raziskav pa so kvantni sistemi, ki jih poženemo izven ravnovesja. V praksi bi to na primer dosegli s tem, da na material posvetimo z laserjem. Upamo, da z vzbujanjem več izvemo o interakciji med gradniki in njihovem kolektivnem obnašanju, ali pa da bi na ta način stabilizirali nove funkcionalnosti materialov. Del mojega zanimanja pa je tudi čisto fundamentalne narave, razumeti, kako z vzbujanjem odkriti eksotične kvantne pojave in kako to elegantno matematično opisati in razumeti, ne da bi upali, da bodo kdaj realizirani. Skratka, iskanje estetike v abstraktnem razumevanju sveta.

**Kako poteka tvoje delo, ali raziskovanje sestavljajo tudi povsem vsakdanji medčloveški odnosi ali večinoma deluješ sama?**

Namen »ERC Starting Grant« programa je, da si zgradiš skupino in si s tem kuješ svojo neodvisnost. ERC financiranje te omogoča samo, saj je obsežno (cca 1.5 milijona) in srednje-ročno (5 let). Jaz sem si to poskusila ustvariti že z manjšimi in krajšimi slovenskimi in evropskimi projekti, ki so bili uspešni pred ERC in zato že



sedaj sodelujem z eno slovensko doktorsko študentko in dvema indijskima podoktorskima raziskovalcema. V jeseni se skupini pridružita še dva italijanska raziskovalca. Vsak je zgodba zase in čeprav je znanost eksaktna veda in rezultati objektivni, se do njih pride po precej subjektivni poti, ki zavisi od vsakega sodelavca. Zato je vsaka pot drugačna. Veselje in izziv, včasih tudi kulturološki, je voditi večjo pestro skupino ljudi s različnimi karakterji.

#### **Nam lahko zaupaš kakšno zanimivo anekdoto ob raziskavah?**

Moram priznati, da so tudi mene, kot moji doktorski in podoktorski mentorji, kalili precej specifični karakterji in močne osebnosti. Na primer, nekje na začetku mojega podoktorskega raziskovanja v Kölnu sem se tam nekje okrog devetih zvečer v pisarni naključno srečala s svojim mentorjem. Začela se je debata, v kateri mi je on kaj hitro navrgel »That is just wrong« (To mora biti narobe). Jaz sem kar zmrznila. Ko je opazil mojo reakcijo, je dodal »No, sedaj mi odgovoriš in razložiš, zakaj se motim.«

**Del mojega zanimanje pa je tudi čisto fundamentalne narave, razumeti, kako z vzbujanjem odkriti eksotične kvantne pojave in kako to elegantno matematično opisati in razumeti, ne da bi upali, da bodo kdaj realizirani. Skratka, iskanje estetike v abstraktnem razumevanju sveta.**

#### **Kaj ti je pri raziskovalnem delu najbolj všeč?**

Trenutek, ko razumeš.

**Kako pa gledaš na pogoje, v katerih delujete raziskovalke in raziskovalci v Sloveniji. Je financiranje učinkovito, primerljivo z drugimi državami? In kaj pomeni prijava in pridobitev takšnega Evropskega projekta, kot je uspel tebi?**

Financiranje znanosti je povezano z BDP države, a tudi proporcionalni delež je pri nas nekoliko pod ostalimi evropskimi državami. Velik problem je to, da smo v znanosti v veliki meri mednarodni zaposlovalci, iščemo ljudi s specifičnim znanjem, a naše plače še daleč niso primerljive s tistimi iz centralne in zahodne Evrope ali ZDA. Zato je na naše projekte in pozicije zelo težko privabiti najboljše mednarodne raziskovalce, saj bodo ti našo ponudbo finančno primerjali z ostalimi v tujini. Pregovorno lepa Slovenija pri tem ne zadostuje.

Pridobitev ERC je znotraj skupnosti priznanje kakovosti predlaganega projekta. Tudi sama sem opazila, da so se mi na pozicije, razpisane znotraj ERC projekta, prijavljali boljši kandidati. Novi Zakon o financiranju znanstvenoraziskovalne in inovacijske dejavnosti je zelo dobrodošel, saj vsebuje dva člena, ki naj bi za evropske projekte dopuščala 120% zaposlitev ali pa določene višje faktorje, ki bi naše ponujene plače približale ponudbam ERC nosilcev iz jedrne evropske Evrope. Ampak ta dva člena se na žalost še ne izvajata, čeprav naj bi se vsaj prvi izvajal že

par mesecev. Mislim, da se v javnem sektorju in v administrativni podpori znanosti zatika zaradi podhranjenega birokratskega aparata, saj iščemo kandidate, ki bi za slabo plačilo opravljali zahtevno delo. Zato se velikokrat znajdemo v počasni implementaciji in dolgih procesih zaposlovanja, kar nas kot zaposlovalce dela še manj konkurenčne in zanesljive. Dokler ne bomo razvejali in ustrezno finančno nagradili delo tega podpornega sektorja znanosti, učinkovitega sistema ne bo.

**Znano je, da so intervjuji pri Evropskem raziskovalnem svetu izredno zahtevni. Kako ti doživela zadnji intervju? Kaj je po tvojem mnenju prepričalo komisijo?**

Intervju je potekal na daljavo. Zato sem pred intervjujem šla teči, si pri Čadu kupila tortico, jo na IJS pojedla in se prijavila v Zoom. Zaradi daljave je bilo vse manj osebno, kar je bila zame lažje. Bila sem izjemno pripravljena in izjemno skoncentrirana. Čas je bil zgoščen. Mislim, da jih je prepričala koherentna in celostna zgodba, ki sem jo stkala okrog svojega programa.

**Imaš morda kakšen razmislek o tem, kaj bi lahko v Sloveniji še naredili, da bi bili ob prijavih bolj uspešni?**

Mislim, da Slovenija, predvsem podpora s strani Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in inovacije, dobro spodbuja prijave in uspešnost pri prijavih. Ima set komplementarnih nacionalnih projektov, ki jih pri ERC neuspešni kandidati dobijo glede na oceno ERC prijave, pri ERC uspešni kandidati pa jih lahko koristijo pred in po ERC projektu. To je že velika motivacija, saj je pridobitev ERC projekta malo verjetna, zato pa vsaj te sheme osmislijo to izjemno kompetitivno prijavo. Imamo pa tudi mrežo priprav, pri kateri sodelujejo prejšnji dobitniki ERC, tako da je pri teh pripravah čuti povezanost in složnost v slovenski znanstveni skupnosti.

**Kaj pa tako, na splošno, smo Slovenci dovolj naklonjeni znanosti v javnem prostoru? Ali je veliko dvomov, lažnih prepričanij?**

Raje ne bi sodila v splošnem. Mislim pa, da so ljudje ob preteklih katastro-

fah, epidemiji in poplavah v praksi začutili in (včasih v grozi) pričakovali in sledili rezultatom znanstvenega modeliranja tega, kar nam je pretilo. Splošna populacija je bila v stiku z znanstvenim pristopom k problemu tako močno, kot že dolgo ne. Verjamem, da je bilo to pripoznano in upam, da ne bo prehitro pozabljeno.

**Del mojega zanimanje pa je tudi čisto fundamentalne narave, razumeti, kako z vzbujanjem odkriti eksotične kvantne pojave in kako to elegantno matematično opisati in razumeti, ne da bi upali, da bodo kdaj realizirani. Skratka, iskanje estetike v abstraktnem razumevanju sveta.**

**Katere so po tvojem mnenju teme, ki so trenutno najbolj aktualne in kako gledaš na umetno inteligenco pri svojem delu?**

Poskušam lahko odgovoriti le za teme, ki jih dovolj dobro poznam. Na mojem področju je zdaj veliko zanimanje, ali smo na robu nove kvantne revolucije. Eno glavnih vprašanj je, kdaj bomo imeli kvantni računalnik, ki bo dovolj koherenten in nezашumljen, da bo res izkoriščal svojo inherentno kvantno naravo. Ko ga bomo imeli, je pomembno vprašanje, za reševanje kakšnih problemov se ga splača uporabiti, kako bo to vplivalo na naš vsakdan, na primer na vprašanje varnosti (kriptografije), na izdelavo novih zdravil itd. Dogaja se nekakšna medsistemska tekma, predvsem med ZDA in Kitajsko, manj zaostrena, ampak mogoče malo podobna tisti, ki je vladala ob izdelavi jedrske bombe. Vsi se bojijo potenciala, ki je v kvantnem, hkrati pa se cilja, delujočega kvantnega računalnika, ne da doseči hitro, in dobro vprašanje je, če bodo investitorji imeli dovolj potrpežljivosti pri dolgoročnem financiranju teh tehnologij.

In ja, novi pohod umetne inteligence se je dotaknil tudi mojega področja. Najprej se je umetna inteligenca, natančneje nevrnske mreže, uporabljala podobno kot pri prepoznavanju slik, za prepoznavanje različnih kvantnih faz. Potem se je uporaba zelo razvejala. Sama na primer delujem v projektu, kjer smo nevrnske mreže uporabili za klasifikacijo kompleksnosti stanj v vzbujenem kvantnem sistemu. Z nevrnsko mrežo smo ugotovili, kako kompleksen je sistem v različnih fazah razvoja, kar nam pomaga pri snovanju učinkovitih minimalnih opisov. Ena od pomembnih vej raziskav je uporaba nevrnskih mrež za zapis valovne funkcije kvantnih stanj, saj so nevrnske mreže zelo ekspresivne in primerne za to eksponentno težko nalogo. Jasno je, da so v tem primeru nevrnske mreže le orodje, katerega prednosti in slabosti še spoznavamo. Tudi sama poskušam to okarakterizirati.

**In za konec še to: kako gledaš na tvojo današnjo situacijo, si z njo zadovoljna, si česa posebej želiš in kaj si najbolj želiš za bližnjo prihodnost?**

Mislim, da mi trenutna situacija, po tem ko sem pridobila slovenske, dva QuantERA evropska in ERC projekt, daje odlično pozicijo, da si zgradim svojo neodvisnost, da ustvarim okolje, v katerem bodo mladi sodelavci raziskovali teme, ki se mi zdijo pomembne, na način, ki se mi zdi vzdržen. Upam, da se ob tem ne bom zadevala ob nepotrebne birokratske ovire. Verjamem, da lahko z velikimi projekti, kot je ERC, slovensko znanstveno okolje bolje prepletemo z raziskavami v tujini, dvignemo vrednost in prepoznanost naših raziskav. Vseeno pa je za to potrebna določena funkcionalnost prostora, v katerem delujemo, in groba primerljivost z okolico. To je potrebno, da je kot raziskovalni in življenjski habitat naš prostor zanimiv za raziskovalce iz tujine in za naše najperspektivnejše študente. Brez tega vsi izgubljam čas in energijo. Priznam, da imam velikokrat strahove, da se pogoji še dolgo ne bodo približali pogojem v jedrni Evropi. Ampak upam, da se motim.