

POP

znanoſt

Zbornik prispevkov o
popularizaciji znanosti

Ljubljana, 2025

Aktivnosti sofinancira Ministrstvo za javno upravo v okviru javnega razpisa za razvoj in profesionalizacijo NVO in prostovoljstva 2024.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA JAVNO UPRAVO



KAZALO

- 3** **Nevladniki:** Sila, ki je znanost pomagala spraviti na slovenske ulice
- 5** **Dr. Alenka Mauko Pranjić:** *Trajnostna gradnja ni le tehnično vprašanje, temveč izziv družbene odgovornosti*
- 10** **Dr. Marko Robnik Šikonja:** GaMS - Slovenska pot do odprte in demokratizirane znanosti
- 16** **Zasl. prof. dr. Lidija Zadnik Stirn:** *Znanost je uspešna le, če matematik, ekonomist, ekolog in družboslovec delajo skupaj*
- 25** **Dr. Andrej Košmrlj:** *Mentorji smo ključni za življenje, ne le za akademsko znanje*
- 30** **Mednarodna konferenca AI for Science:** Umetna intelligence v službi znanstvenih prebojev
- 34** **Že četrtrič podeljene nagrade dr. Uroša Seljaka:**
Poudarek na odličnosti in boju proti zanikanju znanosti
- 38** **HackathON:** Študentje politely v prihodnost z odprto znanostjo in superračunalništvom
- 42** **Festival znanosti Maribor:** Znanost kot pustolovščina, ki rešuje življenje in kroji prihodnost
- 45** **Ko znanost potuje po zemljevidu:** Regionalna razpršenost in mobilnost



NEVLADNIKI: **sila, ki je znanost pomagala** **spraviti na slovenske ulice**

Sodobna družba potrebuje znanstveno pismenost kot enega temeljnih elementov za svoje delovanje. Ne gre samo za formulo ali kemijski element; gre za sposobnost kritičnega razmišljanja, razlikovanja med dejstvom in lažno novico. Dolgo časa je veljalo, da je popularizacija znanosti 'služba' za fakultete in raziskovalne inštitute. Zbornik, ki je pred vami, je namenjen temu, da prek intervjujev in poročil z različnih strokovnih področij jasno pokaže, da je v Sloveniji prišlo do revolucije popularizacije znanosti. Ta revolucija se ni začela v predavalnicah, ampak v garažah, neprofitnih pisarnah in celo na ulici. Pokazali bomo, da je nevladni sektor (NVO) tisti živahen, inovativen in dinamičen motor, ki je znanost zares razširil po celotni Sloveniji – od prestolnice do najbolj oddaljene vasi.

Prebujenje: Ko znanost pride v sosesko

Kaj naredi NVO-je tako ključne na področju popularizacije znanosti?

Fleksibilnost, nišna specializacija in zmožnost, da dosežejo t. i. periferijo. So hitri, odzivni in se ne bojijo poskusiti nekaj povsem novega, stopiti iz cone udobja.

Ta uvodni del je klic k zavedanju: Nevladne organizacije niso le okras, so **osrednji akter** slovenske znanstvene pismenosti. Njihova aktivnost dokazuje, da je za uspeh popularizacije znanosti nujno sodelovanje med akademsko sfero in terensko angažiranimi akterji.

Prav to sodelovanje je osrednji cilj projekta **POP Znanost: Popularizacija znanosti za zmanjšanje bega možganov v Sloveniji**, ki se je uradno začel februarja 2025. Projekt združuje štiri ključne partnerje: **Evropski kulturni in tehnološki center (EKTC) Maribor, Ameriško-slovensko izobraževalno fundacijo (ASEF), Slovensko društvo za umetno inteligenco (SLAIS) in Slovensko društvo INFORMATIKA (SDI).**

Da bi to trditev podkrepili z dokazi iz prakse, vam v naslednjih poglavjih zbornika predstavljamo:

- **Intervjuje z izbranimi raziskovalkami in raziskovalci:** Partnerji projekta so predlagali po enega izstopajočega strokovnjaka s svojega področja, ki prispeva k popularizaciji znanosti. S svojim delom dokazujejo, da je napredek mogoč le z interdisciplinarnostjo – od trajnostnega gradbeništva do etike umetne inteligence.
- **Portrete dogodkov in aktivnosti:** Vsak partner projekta je izpostavil en svoj ključen dogodek, ki je prav tako prispeval k popularizaciji znanosti. Ti portreti kažejo, kako se to sodelovanje udejanja v praksi in kako partnerji projekta POP Znanost premikajo meje in spodbujajo odličnost med mladimi.

S tem vpogledom v živahno slovensko znanstveno krajino boste ugotovili, da je revolucija popularizacije znanosti v resnici živa struktura – diha, a tu in tam potrebuje dodatno spodbudo za polni zagon. Vabljeni k branju o tem, kako s projektom POP Znanost gradimo prihodnost, kjer bo znanost v Sloveniji dostopnejša, privlačnejša in bolj povezana z mladimi ter industrijo!

dr. ALENKA MAUKO PRANJIĆ:

Trajnostna gradnja ni le tehnično vprašanje, temveč izziv družbene odgovornosti

Sprašuje: Kaja Ravnak

Vodja Oddelka za materiale na Zavodu za gradbeništvo Slovenije (ZAG) o tem, kako premagujejo odpor javnosti do recikliranja, zakaj so Slovenci nagnjeni k novogradnjam in zakaj je za prihodnost krožne gradnje ključno izobraževanje in oblikovanje študentov po črki T – strokovnjakov s širokim pogledom in hkrati ozko specializacijo.

Prof. dr. Alenka Mauko Pranjić je doktorica geologije in vodja Oddelka za materiale na ZAG. Je vodilna slovenska strokovnjakinja na področju recikliranja in krožnega gradbeništva. Z ekipo proučuje, kako lahko gradbene odpadke, kamnine in nekatere industrijske odpadke predelamo in jih ponovno uporabimo kot kakovostne surovine za graditev cest, hiš in drugih objektov.

Ste ena ključnih slovenskih raziskovalk na področju recikliranja in krožnega gradbeništva. Ker imajo odpadki pri mnogih ljudeh še vedno slabšalno ali celo nevarno konotacijo, jih posledično neradi uporabljajo pri gradnji. Kako si vi prizadevate

ta kompleksna področja približati širši javnosti?

Pri tematikah, kot so krožno gospodarstvo ter upravljanje z odpadki in okoljski vplivi, je ključna splošna sprejemljivost, saj se že leta in leta soočamo z odpori. Načeloma vedno rečemo, da je odpadek nekaj nevarnega ali

nekaj slabše kakovosti. Naša ekipa zato v projektih, ki se jih lotimo, komunicira po dvojnem stebru. Prvič, zavedati se moramo potencialnih nevarnosti sekundarnih surovin, saj lahko kakšni okoljski vplivi iz preteklosti, ko naša ozaveščenost še ni bila tako visoka, ostanejo v odpadkih. Prav zato je zakonodaja

v primeru upravljanja z odpadki v primerjavi z gradbeno zakonodajo dokaj stroga, in ta strogost je nujna za izključevanje vseh potencialnih nevarnosti. Drugič, hkrati v komunikaciji poudarjamo lastnosti in prednosti, ki lahko zamenjajo tiste iz primarnih surovin. Ves čas je pomembno poudarjati, da imajo nekateri reciklirani materiali celo boljše lastnosti v primerjavi s primarnimi.

Torej pri nekaterih recikliranih materialih lahko dolgoročno pričakujemo boljše lastnosti kot pri primarnih. Kateri so ti materiali in v kolikšni meri jih slovensko gradbeništvo in veliki infrastrukturni projekti že uporabljajo?

Za gradbeništvo vedno rečemo, da je to potraten sektor, ki potrebuje ogromne količine surovin. Največje količine materialov, ki jih potrebujemo – in to so agregati, torej drobljena kamnina – so nepogrešljive vsepovsod: v asfaltih, betonih, v geotehničnih delih, tj. delih, povezanih s stabilizacijo in nosilnostjo tal pod objekti. Prav te materiale lahko v

relativno dobrih količinah zamenjamo z recikliranimi gradbenimi odpadki in stabilnimi industrijskimi ostanki, ki ne reagirajo z okoljem, kot so nekatere žlindre ali povedano preprosteje, stranski produkti jeklarske industrije. Žlindre so zelo učinkovit material, ki nadomešča naravne kamnine, ki bi jih sicer morali uvažati, na primer pri vrhnji plasti asfalta. Načeloma uporaba odpadnih surovin že od nekdaj sledi ekonomičnosti, saj je ceneje uporabiti material, ki je na voljo lokalno.

Vendar se moramo zavedati, da so sekundarne surovine omejene. Statistike so jasne: tudi če recikliramo ves asfaltni rezkanec, lahko v asfaltih nadomestimo le okoli desetino potrebnega primarnega agregata. Zato bomo vedno potrebovali tudi primarne surovine. Na splošno bi želela samo povedati, da smo kot družba skoraj bolj nagnjeni k novogradnji kot pa k celoviti obnovi.

Zavedamo se omejitev virov, okoljska

Foto: Arhiv project ReBuilt



ozaveščenost je visoka. Kje je torej korenina tega paradoksa, da pri odločanju med okoljem in denarjem začetni entuziazem popusti?

To je paradoks, ki ga raziskujemo tudi z analizo življenjskega ciklusa. Večinoma vsi menimo, da je okolje zelo pomembna tematika, ampak ko pridemo do vprašanja, kaj bi pa naredili, če bi morali tudi finančno prispevati k temu, nismo več tako navdušeni. To je pač stanje duha, ki izhaja iz težkega vrednotenja vplivov. Velikokrat so to težke odločitve tudi za strokovno javnost, saj težko postavimo hierarhijo med, recimo, emisijo kemikalije v okolje in globalnim ogrevanjem zaradi proizvodnje ogljikovega dioksida. Ravno zato smo kot družba skora bolj

nagnjeni k novogradnji. Pri tem je problem, da gradbena zakonodaja o gradbenih proizvodih velikokrat del okoljskih vplivov prepušča nacionalni zakonodaji. Na našem zavodu bi si želeli, da bi odločevalci ponudili popuste ali subvencije za uporabo recikliranih materialov.

Kako bi po vaše lahko spodbudili ta še preveč potreben dialog med stroko in javnostjo ter dosegli systemske premike, ko se zdi, da so ovire prevelike?

Najbolj pripomoremo k ozaveščenju z nekimi praktičnimi ogledi. Pri projektu LIFE Reborn smo pripeljali različne ciljne publike k objektom v rušenju in jim pokazali, kako se selektivno ruši, da dobimo čiste frakcije. To so ločene vrste materialov brez primesi drugih odpadkov, ki so

primerne za lažjo in kakovostno ponovno uporabo. Ta praktični pristop in nujnost sprejemanja novih metod nas uči, da je v zadnjih 15 letih nujno hkrati govoriti s strokovnjaki, oblikovalci politik in javnostjo, ki ustvarja mnenje.

Kako bi po vaše lahko spodbudili ta še preveč potreben dialog med stroko in javnostjo ter dosegli systemske premike, ko se zdi, da so ovire prevelike?

Systemske ovire so res prisotne na več ravneh in prav zadnja, ki jo omenjate – torej področje zakonodaje – predstavlja največji izziv. Zakonodaja namreč še ni dovolj podrobna, da bi z njeno pomočjo lahko natančno določili, kdaj snov preneha biti odpadek in se lahko ponovno uporabi. To vrzel

Dr. Alenka Mauko Pranjić poudarja, da je prehod v krožno gradnjo upočasnen predvsem zaradi systemskih ovir, kot sta pravna vrzel, povezana z nedorečenim statusom prenehanja statusa odpadka, in družbeni paradoks nagnjenosti k novogradnji namesto k obnovi, kljub splošni okoljski ozaveščenosti. Rešitev leži v systemski inovaciji, pri čemer sta dobra zgleda projekta Cinderela in Drugi tir, ter intenzivnem vključevanju javnosti prek občanske znanosti. Ključ za prihodnost je izobraževanje strokovnjakov, ki imajo širok pogled in so ozko specializirani. Strateški cilji ZAG so usmerjeni v to, da bi morali imeti gradbeni materiali v prihodnosti obvezno okoljsko izkaznico. To pomeni, da bodo emisije ogljikovega dioksida postale enako pomembna lastnost materiala, kot sta njegova trdnost ali teža.



Foto: Dragica Marinič

poskušamo zapolniti s projekti, kot je Cinderela. Ukvarjali smo se z industrijskimi pepeli, od tu tudi izvira ime projekta (op. a. pepel v angleščini: cinder), ki so lahko nadomestek za veziva. Inovacija ni bila le tehnična, temveč sistemska. Pepel deluje kot pouzolantsko ali hidravlično vezivo – omogoča, da se material veže. Največji praktični učinek je bil dosežen v Dobolšah pri Mariboru, kjer smo revitalizirali degradirano industrijsko območje in postavili pilotno proizvodnjo predelave. S tem smo omogočili selitev proizvodnje podjetju Nigrad in dokazali, da s krožnim gradbeništvom

hkrati rešujemo problem materialov in revitaliziramo industrijska območja.

S projekti, kot je Cinderela, ste uspešno dokazali, da ste sposobni reševati problem materialov in zakonodajnih vrzeli. Kako se ta pristop prenaša na največje investicije oziroma kateri je najpomembnejši domači mejnik, ki dokazuje, da se krožna gradnja uveljavlja tudi v velikih infrastrukturnih projektih? Se v tem primeru zgledujemo po tujini, na primer po Nizozemski?

Zelo pomemben mejnik je gradnja drugega tira

železniške proge. Tu je že pri načrtovanju prišlo do tega, da so kamnine, v večini apnenice, iz vrtnja tunelov, ki bi jih sicer uvrstili med odpadke, pričeli ločevati in jih ponovno uporabljati. To je zelo pomemben mejnik prožnosti pri javnih investicijah. Posebej na kraškem svetu, kjer so materiali raznoliki, je bila ključna sledljivost in prepoznavnost materiala, da se ga lahko uporabi. Glede tujine me kolegi iz Nizozemske, ki je na tem področju znana kot napredna država, pogosto pomirijo, češ: "Tudi vi v Sloveniji delate napredno, imate iste probleme kot mi." Res pa je, da smo v Sloveniji omejeni z viri, saj nimamo dobrih magmatskih kamnin za gradnjo in jih moramo uvažati. Vendar moramo še vedno predvsem razmišljati o tem, da objekte načrtujemo tako, da se jih da enostavno razgraditi in ponovno rabiti, ne pa samo reciklirati.

Sistemska sprememba v načrtovanju in obnova sta ključni za prihodnost, a to zahteva širšo podporo, ki ne more temeljiti zgolj na ekonomskih interesih. Kaj pa je potrebno za vključitev ljudi, ki

nimajo neposrednega finančnega interesa? Kako jih spodbuditi, da postanejo del raziskave, kot je to vedno bolj popularno pri občanski znanosti?

Tudi tu je ključna komunikacija. Eden izmed mojih najlepših primerov je bil projekt na področju urbanega zraka. Namesto stacionarnih postaj smo na kolesa namestili prenosne merilce delcev PM2.5. Gre za drobne lebdeče delce v zraku, ki so veliki zgolj 2,5 mikronov in škodljivi zdravju, saj lahko zaradi svoje majhnosti ti delci prodrejo globoko v pljuča. Pridobili smo navdušene kolesarje prostovoljce, ki so morali merilce tudi umerjati pri postajah ARSO. S tem smo geografsko določili vroče točke povečane emisije, česar sam znanstvenik ne zmore. Ker so rezultati imeli neposreden vpliv na zdravje, so celo združenja sama prihajala po merilce. Ta pristop dopolnjujejo projekti, kot je Urban Soils For Food (op. a.: urbana tla za hrano), kjer smo v Mariboru imeli vrtove in jih oskrbovali z reciklirano zemljo ter promovirali trajnostno lokalno prehrano.

Omenjena primera dokazujeta, da je za uspešen napredek v znanosti kdaj ključna lokalna angažiranost. Če to prenesemo na višjo raven: kje vidite vlogo vaše stroke pri reševanju globalnih problemov in kaj je v času umetne inteligence ključno za izobraževanje prihodnjih strokovnjakov?

Naša vloga je vsekakor v skupnem razvoju in izobraževanju – eni brez drugega ne moremo. Ključen je koncept študentov po črki T: to pomeni, da imajo širok pogled na vplive, a so hkrati specializirani na enem področju. To je nujno, saj se stvari hitro spreminjajo, digitalizacija pa prinaša sledljivost in transparentnost, ki je v krožni gradnji izjemno pomembna. In prav to nas navdaja z upanjem za prihodnost, saj so otroci v osnovnih šolah pogosto celo bolj ozaveščeni kot njihovi starši.

Če povzamem rdečo nit celotnega pogovora – spodbujanje prehoda v krožno gradnjo, ki od stroke zahteva premagovanje sistemskih ovir, ki ste jih omenjali prej in zavedanja, da je ta sprememba mogoča le s

kombinacijo znanstvene odličnosti, sistemskih projektov in intenzivnega izobraževanja ter vključevanja vseh generacij – kako torej pospešiti prehod v krožno gradnjo in kakšni so pri tem dolgoročni strateški cilji ZAG?

Že kot štipendistka sem prišla na ZAG, kjer sem tudi doktorirala, in vesela sem, da so se generacije raziskovalcev vmes spremenile. Naša strategija je biti znanstveno odličen in razvijati nove tehnologije, ki pridejo do trga. Ključni pospešek in strateški cilji oddelka so usmerjeni v ocenjevanje trajnostnosti z orodji analize življenjskega ciklusa (LCA). To je sprememba paradigme, saj bodo morali gradbeni proizvodi v prihodnje imeti deklarirane okoljske vplive, npr. emisije ogljikovega dioksida, kot bistveno lastnost, ne samo mehanske ali fizikalne lastnosti, kot je trdnost. Moja notranja motivacija pa je odlična ekipa navdušencev. V največje veselje mi je spremljati nove rodove, mlade sodelavce, ki se razvijajo in presegajo svoje učitelje. To je en tak lep krog, tako kot krožno gospodarstvo samo.

dr. MARKO ROBNIK ŠIKONJA:

GaMS – Slovenska pot do odprte in demokratizirane znanosti

Sprašuje: Kaja Ravnak

Profesor računalništva in informatike o etičnih izzivih AI, pomenu odprtih jezikovnih modelov za slovenski jezik ter nujnosti sodelovanja z nevladnimi organizacijami in humanistiko. Pa tudi o tem, da se kljub vsakodnevnemu srečevanju z umetno inteligenco in računalniki zaveda nujnosti živega stika z družbo in srečevanj s prijatelji.

Prof. dr. Marko Robnik Šikonja je profesor računalništva in informatike na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za računalništvo in informatiko, ter vodja Laboratorija za strojno učenje in jezikovne tehnologije. Je raziskovalec na področjih obdelave naravnega jezika, strojnega učenja in umetne inteligence. S svojim delom pomembno prispeva k razvoju prostodostopnih tehnologij za slovenščino in premagovanju prepadov med različnimi vedami.

Kaj je tisto, kar vas, raziskovalca kompleksnih in širokih področjih, kot sta obdelava naravnega jezika in umetna inteligenca, pri znanstvenem raziskovanju najbolj motivira in zakaj vztrajate pri reševanju težkih problemov?

Svet je zanimiv, znanost je zanimiva. To je nekaj, kar mi daje neprestano motivacijo – reševanje problemov, ki so zame uganka, iskanje novih pristopov. Delo v znanosti je zanimivo tudi, ker imamo vedno stik z intelligentnimi mladimi ljudmi, polnimi idej. Zdi se, da lahko z

izkušnjami in zagonom mladosti na koncu več naredimo.

Glede na izrazito kompleksnost vaših tematik, s kakšnimi izzivi se srečujete pri popularizaciji teh tem, da postanejo razumljive širši javnosti?

Zavedamo se, da moramo kot znanstveniki v današnjem času početi tudi to – teme, ki jih raziskujemo, nekako približati javnosti. Zavedamo se tudi, da je to treba početi, čeprav kot znanstveniki morda nismo vedno zadosti kompetentni v tej komunikaciji, v razlaganju zelo zapletenih znanstvenih izsledkov na način, da jih bo razumel slehernik. Tisti, ki predavamo, poskušamo to na nek način približati že študentom in potem na podoben način tudi širši javnosti. Predvsem je največ zanimanja za tiste teme, ki so trenutno zelo

aktualne. Na našem področju so to umetna inteligenca in veliki jezikovni modeli. Nastopam tudi na dogodkih ali okroglih mizah, ki so zasnovani za zelo široko javnost, tako da sem se s tem, da se jih redno udeležujem in tako vadim svoj javni nastop, že malo navadil.

Sodelujete tudi z nevladnimi organizacijami (NVO), ki so pomembne pri sooblikovanju medijske krajine. Kako vidite vlogo in prispevek NVO k popularizaciji znanosti, zlasti na vašem področju?

Odlično se mi zdi, da so pogumne nevladne organizacije vključene v znanost in imajo to za svoje poslanstvo. Mi imamo sicer tudi projekte, ki so ne samo raziskovalni, ampak so tudi infrastrukturni. To pomeni, da želijo izboljšati raziskovalno infrastrukturo. V tem smislu je tudi pomembno, da komuniciramo z javnostjo. V ta namen na projektu dela oseba, posebej specializirana za znanstveno komuniciranje. Pri nas imamo za to zaposleno Tinco Lukan, ki nas spodbuja in tudi sama objavlja na družbenih omrežjih in išče stik oziroma poskuša prepoznati teme, ki bi bile zanimive za širšo javnost.

Nedavno ste v sklopu projekta ERA Chair »Center odličnosti za umetno inteligenco v digitalni humanistiki«, namenjenega krepitevi raziskovalnih zmogljivosti, na Univerzi v Ljubljani ustanovili Center odličnosti za umetno inteligenco v digitalni humanistiki. Kaj je ključna vloga tega centra in kakšen pomen ima v evropskem prostoru?

Foto: Finvis



Umetna inteligenca, kot jo v zadnjem času najpogosteje prepoznavajo javnost, torej veliki jezikovni modeli, se zdi, da bo kar pomembno vplivala tudi na samo znanost. Razvijala se bodo nova znanstvena orodja in novi pristopi. Imamo tudi novo zmogljivo orodje, ki ga na dnevni ravni uporabljamo za marsikaj. To bo pomembno vplivalo tudi na znanosti, ki se tega niso dotikale na tak način. Center za umetno inteligenco v digitalni humanistiki poskuša premostiti prepad med humanistiko in umetno inteligenco. Trenutna inkarnacija umetne inteligence je namreč predvsem tehnicistična, kar ustvarja precejšnjo distanco med področjema. Naš namen je spodbujanje sodelovanja z raziskovalci v zelo širokem smislu digitalne humanistike – od jezikoslovja, historiografije, folkloristike, filozofije, pa tudi drugih področij, na primer prava in tako naprej. Želimo, da bi se raziskovalci obrnili na nas, da bi jim pomagali zgraditi infrastrukturo in jim pomagali njihove znanstvene probleme predstaviti na način, da bi bili rešljivi z umetno

Prof. dr. Marko Robnik Šikonja poudarja, da je slovenski jezikovni model GaMS ključnega pomena za demokratizacijo znanosti in zagotavljanje vpliva slovenščine v evropskih rešitvah. Vlogo znanstvenika vidi kot aktivno premostitev prepada med tehnicistično umetno inteligenco in humanistiko. Dobronamerna uporaba umetne inteligence, ki je le napredna »matematična funkcija, ki išče vzorce«, je ključna za reševanje največjih etičnih izzivov: odpravo digitalnih 'mehurčkov' in uspešno preoblikovanje trga dela. Pri tem je nujno sodelovanje z nevladnimi organizacijami in zagotavljanje javne dostopnosti in transparentnosti modelov umetne inteligence.

inteligenco. Mi smo iz tehničnega področja, oni poznajo svoja specifična problemska področja in ta sinergija bi morala pripeljati do uspeha. Prizadevamo si, da bo Center postal nekakšen fokus, center dogajanja na tem področju. Raziskovalcem želimo ponuditi, da pridejo k nam, da skupaj z nami pripravijo znanstvene projekte in da se na ta način financirajo zanimive raziskave in tudi, da ta center tako postane dolgoročno finančno vzdržen.

Glede na to, da je Univerza v Ljubljani nosilka projekta, in glede na globalno naravo umetne inteligence, kako želite s tem centrom vplivati na širšo, evropsko oziroma svetovno sceno?

Prvenstveni cilj je izgradnja teh kapacitet v Ljubljani. Ampak seveda, že zdaj imamo res veliko interesa in želimo dejansko biti viden igralec na tem področju tudi v mednarodnem merilu.

Slovenska javnost vas verjetno ravno prek velikih jezikovnih modelov, kot je slovenski GaMS, tudi najbolj pozna. S kakšnim namenom ste se odločili za tako platformo, ki ni komercialna?

Odločitev ni bila tako težka. Najbolj znani so komercialni veliki modeli, kot sta ChatGPT ali Gemini, ampak vsi ti modeli imajo kar nekaj težav. Prvič, so zaprti, ne vemo, kaj točno je v njih, kar je za znanost

problematično, saj želimo, da so rezultati zanesljivi in ponovljivi. Mi smo GaMS prispevali z namenom, da imamo model, ki bo odprt, za katerega bomo vedeli, kaj je v njem, in ki ga bo lahko vsak prenesel na svojo napravo in tudi brez težav uporabljal, kar pomeni, da ne bo treba podatkov pošiljati komercialnemu ponudniku. Druga stvar je, da želimo in potrebujemo tak model za slovenski jezik. Tehnološko slovenščina sicer ni slabo razvita, je med prvimi tridesetimi jeziki na svetu, ampak vseeno bistveno zaostaja za jeziki z več govorci. Zbrati je bilo treba silno velike količine podatkov in jih z res velikimi super računalniki vgraditi v veliki jezikovni model. GaMS bo zdaj nadgrajen v nove, še boljše verzije. Prve verzije so bile naučene na 10 milijardah besed slovenščine, nove bodo na približno 70 milijardah. To bo prineslo kvalitativni preskok v kakovosti poznavanja slovenske specifičnosti. Povedano bolj praktično, strojni prevajalniki, ki smo jih že naredili, zaostajajo le še za najboljšimi komercialnimi ponudniki, kot je Deep L, nove verzije bodo še boljše.

GaMS je zgrajen tudi na besedilih, ki jih prispeva javnost prek platforme PoVeJMo.si. Kako vam je uspelo v tolikšni meri spodbuditi sodelovanje

Naredili smo posebno kampanjo in se precej pojavljali v javnosti. V resnici so ključni za uspeh zbiranja podatkov veliki dajalci – Narodna univerzitetna knjižnica in Slovenska tiskovna agencija STA. Njihovi viri so bili financirani z javnim denarjem, zato smo lahko pričakovali, da bodo prispevali v javno korist. Od javnosti smo sicer dobili razmeroma dober odziv, kar je tudi promocija znanosti – slovenska javnost se zaveda, da se na tem področju nekaj dogaja ter da lahko pričakuje podporo in rezultat. Zakaj je pomembno zbrati celovite slovenske podatke? Zato, ker bodo vključeni tudi v vseevropske jezikovne modele (Open European), ki se gradijo na nivoju Evropske unije. To je zelo pomembno, saj s tem zagotovimo vključenost in vpliv slovenščine v evropskih rešitvah ter preprečimo, da bi bili odvisni zgolj od tujih, zaprtih modelov.

Premaknimo se h koreninam umetne

intelligence. Globoke nevronske mreže so trenutno temelj sodobne umetne intelligence. Kaj so, kakosi jih lahko predstavljamo in kako

Foto: Finvis



nam ta tehnologija pomaga pri reševanju družbenih problemov?

Globoke nevronske mreže so nadgradnja osnovnih umetnih nevronske mreže. Njihovo delovanje je zasnovano na principu, ki spominja na biološke nevrone v možganih. Posamezen umeten nevron sicer ni močan, a ko jih združimo v velika in globoka omrežja, lahko izračunamo praktično vsako zvezno funkcijo do poljubne natančnosti –

seveda, če imamo na voljo zadostno količino podatkov. Te mreže so sicer obstajale že več kot 50 let, toda zadnji preboj je bil tehnološke narave: prej nismo imeli ne dovolj



podatkov ne dovolj močnih računalnikov, Ključni premik se je zgodil okoli leta 2009, ko so se pojavile grafične procesne enote, ki jih poznamo iz videoiger. Njihova prednost je zmožnost zelo hitrega in vzporednega izračunavanja, kar je idealno tudi za nevronske mreže. Danes so te mreže temelj za vse: od medicinskih oslikav in iskanja na spletu do jezikovnih aplikacij, kjer prevladuje arhitektura Transformer.

Če bi morali delovanje te matematične funkcije, ki išče vzorce, razložiti s prizorom iz vsakdanjega življenja – kako bi jo ponazorili bralcem?

Lahko poskusim s scenarijem iz medicine. Recimo, da je bolnišnica zbrala podatke o tisočih pacientih (spol, teža, starost, rezultati preiskav, simptomi) za neko bolezen. S tem obsežnim arhivom lahko nevronske mreže naročimo, naj poišče tiste kompleksne vzorce, ki so značilni za določeno diagnozo. Končni cilj je napredna točnost, da bi lahko za novega pacienta na podlagi preteklih rezultatov sklepali, kaj mu je, in tako zmanjšali potrebo po velikokrat invazivnih testih. Strojno učenje si lahko predstavljamo kot matematično funkcijo, ki v podatkih išče vzorce, le da ne deluje v dvodimenzionalnem prostoru, ampak v izjemno visokodimenzionalnem prostoru.

Če ostaneva pri iskanju vzorcev: ukvarjate se tudi z analizo omrežij. Kako nam lahko razumevanje teh omrežij pomaga pri razumevanju družbenih interakcij, širjenju

informacij in dezinformacij ter prepoznavanju vplivnih skupin?

Omrežja oziroma povezave med različnimi objekti so način, kako opišemo bolj kompleksne relacije: kdo vpliva na nekoga, kdo je s kom prijatelj. Ko imamo veliko omrežje – na primer, kdo je s kom prijatelj v Sloveniji, kdo koga podpira, od kod se širijo lažne novice – lahko z računskimi pristopi poiščemo vzorce. Iščemo, kateri deli omrežja so pomembni, kdo so vplivneži, od kod se tipično razširijo lažne novice in kdo lansira informacije. Takšna omrežja so zelo pogosta tudi v biologiji. Geni so povezani s proteini, proteini z boleznimi in z zdravili. To so točke v grafu, ki jih lahko z omrežnimi povezavami povežemo in potem iščemo vzorce, kaj na kaj vpliva.

Prehajava na temo dezinformacij in sovražnega govora. Pri tem se moramo seveda spraševati o etičnosti in nepristranskosti GaMSa. Kako dosežete, da je model nepristranski, glede na to, da je vir učenja praktično celoten splet?

Nobeden od velikih jezikovnih modelov ni popolnoma nepristranski. Problem izhaja iz dejstva, da teh silno velikih zbirk podatkov, govorimo o stotinah milijardah besed, ki so pridobljene s spleta, ne moremo ročno pregledati, je pa v njih precej pristranskosti. Na primer spletni jezik je poln sovraštva in negativnosti, zato te pristranskosti ostajajo v učnih podatkih. Do neke mere jih sicer izločimo iz velikih količin besedil, ne moremo pa jih čisto odstraniti. Model učimo v več korakih. Po pridobitvi splošnega znanja v tretji fazi: model prilagajamo človeškim preferencam. V tej fazi zavzamemo nevtrarno stališče in na določena vprašanja ne odgovarjamo. Tako pripravljene modele javno objavimo.

Pravite, da je GaMS javno dostopna osnova. Ali bo ta platforma dostopna tudi nevladnim organizacijam in posameznikom, ki niso komercialni, saj je demokratizacija modelov ključna za odprto znanost?

Seveda, vsi naši modeli so javno dostopni in cilj je, da se njihova raba demokratizira. Res je, da

je trenutno njihovo delovanje na osebnem računalniku dokaj počasno. Zato se je v Sloveniji začel projekt Tovarna umetne inteligence, kjer je eden od ciljev, da bi bili ti modeli javno bolj dostopni. Gostili bi jih na super računalniških sistemih, s čimer bi jih lahko uporabljali nevladne organizacije, podjetja, praktično kdorkoli.

Če v kontekstu nadomeščanja delovnih mest in avtomatizacije opazujemo, da se odločanje čedalje bolj prepušča algoritmom, kakšno vlogo bosta imela vizualizacija podatkov in umetna inteligenca pri odločanju v javni in zasebni sferi?

Velikih, prelomnih odločitev zaenkrat še ne bomo prepuščali umetni inteligenci, saj tega še ni sposobna. Bi pa znalo priti do odločitev na mikro nivoju. Če imate dobro prognostično globoko nevronske mreže za določeno bolezen, ji bodo zdravniki sčasoma zaupali. Tudi v podjetjih, kjer bo avtomatiziran agentni sistem nadomestil nek poslovni proces, bodo odločitve sprejete sorazmerno hitro. Za

odločitve na širši družbeni skali pa je družba kompleksna in ne vem, kako hitro bomo takšne odločitve pripravljeni zaupati umetnim sistemom.

Za zaključek pogovora o vplivu tehnologije: vi se ukvarjate z razumevanjem jezika ter komunikacije med ljudmi in stroji. Kako bi ocenili človeško komunikacijo na splošno? Smo zaradi številnih orodij, ki so nam na voljo, sploh kaj boljši komunikatorji?

Mislim, da so problem algoritmi družbenih medijev, ki spodbujajo zaprtost v mehurčke. Zmanjšala se je raznolikost vsebin, s katerimi se srečamo.

To je za družbo izjemno problematično, saj se moramo slišati in komunicirati tudi z ljudmi, s katerimi se ne strinjamo, ki so lahko zelo drugačni od nas. To je izziv za vsakega posameznika, da slišimo tudi drugo stran. Po drugi strani nam orodja seveda pomagajo: hitreje pridemo do informacij, jih povzamemo in vizualiziramo. Ne vem, če smo zaradi tega pametnejši. Vsekakor se spreminja način, kako k informacijam in učenju pristopamo.

zasl. prof. dr. LIDIJA ZADNIK STIRN:

**Znanost je uspešna le, če
matematik, ekonomist,
ekolog, informatik,
družboslovec in številni drugi
strokovnjaki delajo skupaj**

Sprašuje: Kaja Ravnak

Slovenska strokovnjakinja za operacijske raziskave o preboju v akademskem svetu, pomenu dinamičnega programiranja za upravljanje ekosistemov, predvsem gozda, razvoju od le ekonomskega do večfunkcijskega gospodarjenja, in o tem, da je za napredek ključno timsko delo in sonaravno razmišljanje.

Zaslužna profesorica Lidija Zadnik Stirn kljub upokojitvi še vedno predava na Biotehniški fakulteti, natančneje na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire ter na doktorskem študiju Ekonomika naravnih virov. Je doktorica informacijsko upravljaljskih znanosti, pionirka operacijskih raziskav na slovenskem področju biotehniških znanosti in dobitnica nagrade Legenda računalništva in informatike ter najvišjega priznanja Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih organizacij – IUFRO Distinguished Service Award (DSA) 2025. Na Biotehniški fakulteti je vpeljala aplikativne matematične modele za večkriterijsko dinamično odločanje in s tem med drugim pomagala tudi pri prehodu gozdarstva od osredotočenosti na les k trajnostnemu, večfunkcijskemu gospodarjenju. S svojim delom in etičnim delovanjem je kljub občasnim sistemskim oviram dokazala, da je povezovanje strok, etike in mednarodnih vezi ključno za napredek.

Vaš profesionalni DNK je zelo unikaten. Začeli ste v abstraktni matematiki, kjer ste se uveljavili kot vezni člen med zelo različnimi strokami. Kaj je bilo tisto, kar vas je gnalo naprej v združevanje interdisciplinarnih pogledov?

Moja pot v matematiko je bila – paradoksalno – precej naključna, saj sem si sprva želela študirati ekonomijo ali turizem, k čemur so pripomogla tudi zgodnja potovanja k prijateljem mojih staršev akademikov med poletnimi počitnicami, posledično učenje jezikov in širjenje obzorij. Čeprav sem bila v matematiki uspešna, me abstraktna teorija ni privlačila; vedno so me zanimali praktični, ekonomski problemi. To me je vodilo do študija na IBM-u v Nemčiji, kjer sem se prvič posvetila konkretnim optimizacijskim nalogam, na primer optimizaciji transporta. Znanje in temeljno razumevanje, ki sem ju potrebovala za to delo, izhajata iz Gimnazije Poljane, kjer sem najprej obiskovala pouk kot dijakinja, nato pa po diplomi iz matematike tudi poučevala matematiko, računalništvo in fiziko.

Tega obdobja se rada spominjam; takrat sem resnično uživala v svojem delu. Prelomna točka, ki je odločilno usmerila mojo pot, je bilo povabilo profesorja Alojzija Vadnala, da se pridružim doktorskem študiju operacijskih raziskav na Ekonomski fakulteti v Ljubljani. To področje me je takoj pritegnilo, saj je neposredno povezovalo matematiko z aplikacijami in interdisciplinarnostjo, kar je bilo ravno to, kar sem iskala.

Pozneje ste področje operacijskih raziskav raziskovali in predavali na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer ste bili najprej asistentka za kvantitativne metode.

Bila sem izjemno počaščena, s tem se mi je uresničila tudi želja po združevanju strok, saj je šlo za delo na področju aplikacij operacijskih raziskav, ki so se tam takrat šele začele uveljavljati. V tej interdisciplinarnosti, kjer se povezujejo strokovnjaki tehniških in naravoslovnih ved ter ekonomije, me je najbolj privlačila prav možnost, da lahko s pomočjo matematičnega modeliranja rešujemo

resnične in kompleksne probleme. S poučevanjem na magistrskem študiju na Biotehniški fakulteti v Ljubljani sem spoznavala probleme v kmetijstvu, gozdarstvu in lesarstvu, ter tudi širše na področju upravljanja z naravnimi viri, ki jih je mogoče uspešno reševati z uporabo kvantitativnih metod operacijskih raziskav. Na doktorskem študiju sem se osredotočila na dinamično programiranje, ki predstavlja osnovo za iskanje optimalnih strategij upravljanja sistemov. Pozneje, ob svojem napredovanju do redne profesorice za področje operacijskih raziskav, sem sistematično širila nabor metod operacijskih raziskav. V raziskovalno in pedagoško delo sem vpeljevala t. i. stohastično optimalno kontrolo, kjer poleg izbire strategije na končni rezultat vpliva tudi naključnost, večkriterijske metode odločanja, participativno odločanje, podprto s skupinskimi večkriterijskimi metodami, ter mehko logiko. V svoji poklicni karieri sem zelo veliko poučevala na vseh ravneh študija – ne le na



Foto: Osebni arhiv

Biotehniški fakulteti, temveč tudi na drugih fakultetah Univerze v Ljubljani, prav tako na več institucijah v Sloveniji ter tudi v tujini. Posebno veselje mi je predstavljalo mentorstvo in somentorstvo mladim raziskovalcem, diplomantom, magistrantom in doktorantom na področjih gozdarstva, lesarstva, živilstva, agronomije in zootehnik. Ponosna sem tudi, da sem bila mentorica prve doktorandke na novo oblikovanem študiju Ekonomika naravnih virov.

Na Biotehniški fakulteti ste se osredotočili predvsem na gozdarstvo. Kako ste se prilagodili prehodu od zgolj ekonomskega cilja, recimo volumen lesne mase, na prehod do današnjega večfunkcijskega gospodarjenja, ki vključuje tudi ekološke in družbene cilje ter je povezan z večkriterijskim odločanjem?

Moj ključni prispevek je vpeljava matematičnega modeliranja v reševanje realnih gozdarskih izzivov. Gozdarji so zelo hitro prepoznali pomen

matematičnih funkcij pri opisovanju rasti lesa, kar je predstavljalo odlično osnovo za nadaljnje raziskovalno delo. Že v doktoratu sem z adaptivnim dinamičnim programiranjem razvila model za optimalno upravljanje gozdov, ki je poleg donosa upošteval tveganja in dolgoročno perspektivo. Uspešen praktični preizkus modela je potrdil, da so operacijske raziskave v gozdarstvu nepogrešljive. Raziskovanje sem nadaljevala z iskanjem rešitev za kompleksne sisteme, kjer sta ključna dejavnika prostor in čas. Prvotne modele, ki so

optimizirali predvsem ekonomski kriterij – lesno maso, smo nadgradili s stohastičnimi modeli za boljše obvladovanje nepredvidljivih naravnih pojavov in dolgoročnost gozdne proizvodnje. Zaradi podnebnih sprememb in novih družbenih vrednot se je paradigma premaknila k trajnostnemu in večfunkcijskemu gospodarjenju. To je zahtevalo prehod k večkriterijskim metodam (npr. ciljno programiranje, AHP, metoda ovojnice podatkov). Danes se osredotočamo na iskanje ravnovesja med nasprotujočimi si ekonomskimi, ekološkimi in družbenimi cilji, kar nam omogočajo napredni algoritmi in uporaba obsežnih podatkovnih baz.

Zaradi omenjenih aktualnih izzivov sodobnega časa, se ni spreminjalo le gospodarjenje z gozdovi. Sledile so tudi ključne prilagoditve uporabe metod operacijskih raziskav, računalniški algoritmi in podobno.

Zagotovo. Pri takem načinu raziskovanja gre za neskončen, dinamičen cikel, kjer se problemi in

metode nenehno razvijajo, spreminjajo, posodabljaajo. Vedno, ko mislimo, da smo že dokončno rešili obravnavani problem, se pojavijo nova dejstva. Problem moramo potem reševati z vključevanjem novih orodij, kot je v zadnjem času na primer uporaba umetne inteligence. Če stopimo korak nazaj; po 2. svetovni vojni je bil primarni cilj gozdarskega sektorja čim večja proizvodnja lesa. V raziskovalnem pristopu so se takrat uporabljale enokriterijske metode, zlasti linearno programiranje in metode opisne statistike. Kot sem že omenila, zaradi spreminjajočih družbenih razmer cilj ni bil več le ekonomski – denar ali kubiki lesa – temveč so se z veliko intenzivnostjo vključili novi in hkrati bistveni ekološki in družbeni cilji. Ravno to je jedro poznejšega raziskovalnega dela, ki se je usmerilo v večkriterijsko odločanje (ang. Multi-Criteria Decision Making). Z večanjem demokratičnosti smo razvili modele za participativno odločanje, ki v proces vključujejo različne deležnike. To se je izkazalo za ključno pri reševanju konfliktov rabe

prostora, zlasti ob energetske krizi. Les je postal strateški obnovljivi vir, kar pa zastruje konkurenco med lesno industrijo in ekosistemskimi storitvami (npr. skladiščenje ogljika in ohranjanje biodiverzitete). Z uporabo kvantitativnih in multivariatnih metod smo analizirali te sinergije in kompromise znotraj politik EU. V zadnjem času so raziskave usmerjene v krožno biogospodarstvo in okoljsko upravljanje. V svetu, kjer, kot pravi pregovor "Šele ko bo zadnje drevo umrlo, zadnja reka zastrupljena in zadnja riba ulovljena, bomo spoznali, da denarja ne moremo jesti", so nujni večkriterijski, dinamični in stohastični modeli ter sistemi za podporo odločanju, ki so obravnavali izziv uravnoteženja ekonomskih, tehnoloških, socialnih in okoljskih vprašanj. Celotno raziskovalno delo je v končni fazi namenjeno nadaljnjemu navdihovanju naslednje generacije okoljskih voditeljev, ki bodo dozdajšnje raziskave nadaljevali s strastjo in ustvarjalnostjo, ter hkrati tesno povezano z učnim

procesom: učitelj je dober, če so učenci še boljši.

Vašo inovativnost pri aplikaciji matematičnih modelov so že zgodaj v vaši akademski karieri prepoznali tudi v tujini. Leta 1990 ste v prestižni reviji na področju gozdarstva *Forest Ecology and Management* objavili temeljni članek o adaptivnem dinamičnem programiranju za gozdarsko planiranje, ki do zdaj ostaja vaš bolj citiran članek.

Ta objava mi še danes izjemno veliko pomeni.

Prav z njo smo v gozdarstvo vnesli aplikacijo adaptivnega dinamičnega programiranja, ki je bil za tisti čas izrazito inovativen, skorajda revolucionaren pristop, in je pozneje postal ena od metodoloških izhodišč za številne nadaljnje raziskave na tem področju. Ključni prispevek članka je bil v tem, da je gozdarsko planiranje prvič sistematično prešlo iz statičnega v dinamičen in prožen okvir. Dotlej uporabljene metode so temeljile na statičnih modelih, ki v svoji zasnovi niso dopuščali sprotnih

prilagoditev, ko se je v gozdu zgodilo kaj nepredvidenega – na primer žledolom, požar ali druge naravne motnje – in razvoj ni več sledil prvotnemu načrtu. Model, razvit na osnovi adaptivnega dinamičnega programiranja, pa je omogočal kontinuirano prilagajanje odločitev dejanskim razmeram na terenu ter s tem bistveno bolj realistično in robustno podporo odločanju v gozdarskem upravljanju. Objava v *Forest Ecology and Management* je imela že takrat zelo visok akademski ugled in je

Zasluzna profesorica dr. Lidija Zadnik Stirn, dobitnica naziva Legenda računalništva in informatike (2023) in najvišjih mednarodnih priznanj (EURO DSA (2024), IUFRO DSA (2025), Donald Michie–Alan Turing (2020)), častna članica Avstrijskega Društva OR (2018), poudarja, da je bila njena karierna pot vedno usmerjena od abstraktne matematike k reševanju realnih problemov – od optimizacije transporta do vpeljave dinamičnega programiranja in večkriterijskega odločanja v slovensko gozdarstvo, lesarstvo, kmetijstvo, prehrano. Njen prelomni prispevek je bil prehod k dolgoročnemu in večkriterijskemu gospodarjenju z naravnimi sistemi. Pri tem je ključna njena temeljna ideja: "Dajmo vsi skupaj!" Poudarja, da je znanost uspešna le, če se problemi rešujejo na sistemski ravni, s sodelovanjem različnih strokovnjakov. Potrebna je interdisciplinarnost in timsko delo, v katerem, kot v njenem primeru, sodelujejo matematik, naravoslovec, ekonomist, ekolog, informatik, družboslovec in številni drugi. Kljub svojim dosežkom v raziskovalnem, pedagoškem, društvenem delu in preboju na mednarodnem prizorišču, ki ji ga je omogočila tudi Fulbrightova štipendija, je kritična do prepočasnega odpravljanja sistemskih ovir v akademskem svetu. Poudarja, da bi lahko znanost dosegla še boljše rezultate, če bi se izboljšali komunikacijski odnosi med posamezniki, če bi vladali večje zaupanje, odprtost, spoštovanje in etična drža ter bi bila prioriteta uspešnost celotne družbe, ne le posameznika.

pomenila tudi jasno potrditev, da se lahko modeliranje v slovenskem gozdarstvu povsem enakovredno postavi ob bok primerljivim raziskavam v mednarodnem prostoru. Za mojo nadaljnjo kariero je bilo to ključno obdobje. Prispevek mi je odprl vrata v mednarodno raziskovalno skupnost, med drugim v Mednarodno zvezo gozdarskih raziskovalnih organizacij (IUFRO). Hkrati je bil to tudi pomemben dokaz, da je mogoče z aplikativno matematiko ustvarjati mednarodno prepoznavno in citirano znanost. Takšna potrditev je imela poseben pomen tudi v slovenskem akademskem okolju, kjer v tistem času še ni bilo samoumevno, da lahko aplikativen prispevek avtorice iz neangleško govorečega in relativno nepoznanega raziskovalnega okolja najde mesto v eni redkih mednarodnih revij s faktorjem vpliva ter v dialogu z vodilnimi tujimi raziskovalci.

Če stopiva korak nazaj, vaš položaj v takrat zelo hierarhičnem akademskem svetu se je občutno spremenil po omenjeni objavi v Forest

Ecology and Management, ki vam je pozneje odprla tudi pot do Fulbrightove štipendije in študijskega leta v Seattlu.

Bivanje v Seattlu na Univerzi Washington (UW) v vlogi gostujoče učiteljice in raziskovalke je predstavljalo pomembno prelomnico v moji akademski karieri. Moj uradni gostitelj je bil profesor Bruce Bare, tesno pa sem sodelovala tudi s profesorjem Chadom Oliverjem, mednarodno prizanim raziskovalcem na področju gojenja gozdov. Profesor Oliver je že poznal mojo metodo adaptivnega dinamičnega

programiranja in me vključil v svoje raziskovalno delo, hkrati pa mi omogočil tudi uradno mentorstvo doktorskega študentu na UW. To je bilo v akademskem okolju izjemnega pomena, saj so takšna potrdila – še posebej, kadar so jih podprla uveljavljena mednarodna imena – bistveno prispevala k možnosti kandidiranja za redno profesuro. Profesor Oliver mi je s tem izkazal strokovno zaupanje in priznanje, ki mi še danes veliko pomeni. Povezovanje z raziskovalnim okoljem v ZDA mi je omogočilo tudi dragocene izkušnje z interdisciplinarnim delom. V Seattlu sem

Foto: Podelitev EURO EDSA, 2024 v Kopenhagenu



“

"Mentorstvo in delo s študenti sta mi pomenila več kot število objav – pomenila sta stik s širšim svetom in zavedanje, da ima moje delo konkreten učinek."

spoznala pravo moč timskega dela. Z doktorskim študentom, ki je bil zelo dober informatik, sva moje metode adaptivnega dinamičnega programiranja pretvorila v vizualizacije. Te so prvič nazorno pokazale, kako se današnje odločitve dolgoročno odražajo v razvoju gozda. Takrat sem spoznala: znanost ni le reševanje enačb; njen pravi smisel je v tem, da postane razumljiva in uporabna za družbo. Izkušnje iz ZDA so mi odprle pot na univerze po vsej Evropi in svetu. Moje delo se je razširilo iz gozdarstva v lesarstvo, agronomijo in celo živilsko industrijo. Z več kot 600 objavljenimi enotami in vodenjem mednarodnih združenj za operacijske raziskave (kot so SOR, EURO in IFORS) sem si prizadevala

dokazati, da so kvantitativne metode most med disciplinami. Menim, da sem s svojim delom postavila temelj za razvoj operacijskih raziskav, modeliranja in kvantitativnih metod ter njihovo uporabo na področjih biotehniških znanosti. Pokazala sem, da je mogoče povezati matematiko, ekonomijo, okoljske vede, sociologijo in tehniko v celovit model reševanja kompleksnih problemov, s katerimi se sooča sodobna družba.

Sami ste se soočali tudi z marsikaterimi ovirami na akademski poti, ki ste jih tisti čas morali prestopiti samo zato, ker ste ženska in ker ste delovali na interdisciplinarnem področju.

Seveda so bila poleg številnih lepih obdobj, ko sem delala z velikim veseljem in zagonom, tudi težja in stresna obdobja. Marsikomu, ki gleda od zunaj, se morda zdi, da so središče moje življenjske poti predstavljala potovanja v tujino, vodenje strokovnih združenj, organizacija konferenc, eksotične raziskave in »mehko« poučevanje. Vendar pa je v resnici akademska pot – kot je rad poudarjal moj pokojni kolega z Danske,

zaslužni profesor Jakob Krarup – taka, da je le redko kdo uspešen raziskovalec in učitelj, ne da bi šel po poti per aspera ad astra. Prav vsak uspeh, pohvala ali priznanje pa so mi vedno znova dali nov zagon, voljo in spodbudo za nadaljnje delo. Če si predstavljate: na začetku svoje akademske poti, ko sem bila še asistentka, sva bili na oddelku med pedagoškimi in raziskovalnimi delavci le dve ženski. Včasih sem imela občutek, da me moški kolegi ne jemljejo povsem resno. V svetu matematike, kjer so prevladovali raziskovalci s področja čiste, klasične matematike, sem nekajkrat slišala tudi pripombe o manjvrednosti metod, uporabljenih v aplikativnih in interdisciplinarnih raziskavah. Tudi pri pridobivanju raziskovalnih projektov in mladih raziskovalcev ni šlo vedno vse kot po maslu, a tega ne smemo pripisati le dejstvu, da sem ženska. Družbena klima je bila pač drugačna, borba za raziskave pa je povsod po svetu. To so bili začetki, ko je bilo treba marsikatero oviro preprosto prestopiti, zrasti ter se naučiti

vztrajnosti in samozavesti. Danes so ženske na vidnejših akademskih položajih pogostejše zastopane, kar me iskreno veseli, in prepričana sem, da je njihova pot v marsičem lažja, kot je bila včasih naša. Seveda pa so tudi drugačne, saj se je v tem času močno spremenila tako akademska skupnost kot družba nasploh. Trdno verjamem, da lahko prav v teh nepredvidljivih razmerah kot skupnost – ženske in moški skupaj – prispevamo k bolj odprtemu, vključujočemu in boljšemu svetu.

Kako pomembna se vam zdi popularizacija znanosti, sploh pri kompleksnih tematikah, kot so matematični modeli v operacijskih raziskavah, in kaj je po vaše ključno pri tem, da znanstveno delo dobi odmev v javnosti?

Popularizacija znanosti je nujna, če želimo, da kompleksna znanja, kot so na primer matematični modeli v operacijskih raziskavah, presežejo akademski prostor in dejansko vplivajo na prakso. Ključno je, da znanstvene rezultate znamo poenostaviti brez

rivalizacije ter jasno pokazati njihovo uporabno vrednost. Znanstveno delo dobi odmev v javnosti takrat, ko je predstavljeno razumljivo, problemsko usmerjeno in v dialogu z uporabniki, ne le znotraj stroke. Večkrat sem ugotovila, da tudi zelo kakovostni znanstveni rezultati ostanejo neopaženi, če niso ustrezno predstavljeni. V preteklosti so nekatere stroke, na primer gozdarstvo, to dobro obvladovale z neposrednim terenskim delom in osebnim stikom z uporabniki znanja. Danes tega pogosto primanjkuje, popularizacija pa je še vedno preveč odvisna od posameznih entuziastov. Menim, da bi morala biti popularizacija znanosti na eni strani razumljena kot del odgovornosti znanstvene skupnosti do družbe, na drugi pa bi morala imeti sistemsko podporo: sodelovanje z mediji, prisotnost na javnih dogodkih in zavestno odpiranje znanstvenih konferenc širši javnosti. Šele takrat lahko znanstveno delo dobi širši odmev in postane del družbenega dialoga. Popularizacija znanosti je ključna tudi za dolgoročni razvoj

nanstvenih disciplin, še posebej tistih, ki temeljijo na abstraktnih in matematičnih pristopih, kot so operacijske raziskave. Javnost mora razumeti, da ti modeli niso zgolj teoretične konstrukcije, temveč orodja za reševanje zelo konkretnih družbenih in okoljskih izzivov. V prihodnosti vidim popularizacijo kot sestavni del raziskovalnega procesa – ne kot dodatek, temveč kot most med znanostjo in družbo.

Lepo je, ko vaš trud in doprinos k popularizaciji znanosti prepoznajo tudi širše. V zadnjem času ste prejeli kar nekaj pomembnih priznanj. Omenila bi priznanje Legenda računalništva in informatike (2023), Zlati znak slovenskega društva Informatika (2019) in Priznanje Univerze v Ljubljani (2014). Izpostavila bi tudi nagrado za življenjsko delo v informacijski družbi Donald Michie–Alan Turing (2020). Lani ste prejeli prestižno priznanje za življenjsko delo v operacijskih raziskavah, ki ga podeljuje Združenje evropskih društev za operacijske raziskave

(EURO). Ne smemo niti mimo nagrade, ki ste jo prejeli letos, in sicer priznanja za izjemne zasluge Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih organizacij (IUFRO), kjer ste aktivni že od 18. svetovnega kongresa IUFRO leta 1986.

Nagrade so, seveda, prijeten del kariere, a včasih mi je kar malo neprijetno, ko se govori o njih. Ko sem prejela nagrado Legenda računalništva in informatike, ki jo podeljuje Inštitut Jožef

Stefan, sem postala prva ženska prejemnica, kar je zame izjemna čast. Vsa priznanja, tako domača kot mednarodna, dokazujejo, da je moje interdisciplinarno delo prepoznano in cenjeno na ravni, ki presega zgolj eno stroko. To je zame največja nagrada. Zavedam se, da ta priznanja ne pripadajo le meni; so tudi rezultat trdega dela vseh mojih sodelavcev in študentov, ki so me vedno bogatili s svojimi idejami. Ravno od njih sem se največ naučila. Prav tako ne morem pozabiti svoje

družine, ki me je neprestano podpirala in mi stala ob strani.

Foto: Udeleženci SOR25 v organizaciji L. Zadnik, 2025



dr. ANDREJ KOŠMRLJ:

Mentorji smo ključni za življenje, ne le za akademsko znanje

Sprašuje: Kaja Ravnak

Profesor na Princetonu o ključni vlogi mentorjev, interdisciplinarnih prebojih in tem, zakaj maratonska vztrajnost tako v znanosti in pri teku prinaša uspeh.

Dr. Andrej Košmrlj je ASEF mentor in izredni profesor na Fakulteti za strojno in vesoljsko tehniko na Univerzi Princeton v ZDA. S svojo raziskovalno skupino deluje na presečišču fizike, mehanike in biotehnike, kjer raziskuje, kako mehanski in fizikalni principi pomagajo pri razvoju organov, kot so pljuča v zarodkih. Njegovo delo je klasičen primer iskanja novih prebojev na spoju različnih ved.

Osnovnošolci za najljubši predmet po navadi izberejo športno vzgojo, vam pa je bila že od nekdaj nadvse ljuba fizika.

Res je, že od nekdaj so me zanimala številke in matematika. Kar pa se tiče fizike, smo imeli v osnovni šoli zelo dobrega učitelja Andreja Hvalico, ki me je čisto navdušil. Z raznimi primeri iz vsakdanjega življenja mi je pokazal, da je fizika povsod okoli nas.

To vedenje me je vodilo skozi gimnazijo in pravzaprav se me drži še danes.

Kako pomembno je po vašem mnenju, da mentor da študentu tisto nekaj več, pa naj bo to včasih zgolj poslušanje, morda usmeritev na pravo pot?

Menim, da pri skoraj vsakem človeku, ki se ozre nazaj, so ogromnokrat starši, učitelji Ali mentorji testi, ki

so odigrali ključno vlogo, da so te navdušili nad nečem – sploh v začetni fazi. Seveda mora biti pri tem prisotna tudi neka notranja motivacija, ki te žene naprej tudi ko naletiš na kake ovire. Mentorji so zelo pomembni, da te vodijo skozi ta proces. Sedaj, ko mentoriram dodiplomske in podiplomske študente, skozi pogovore izberemo raziskovalne teme, ki bodo študente

navdušile. Tako se študenti precej bolj motivirano in navdušeno zagrižejo v delo in so tudi bolj produktivni. Tudi na dogodkih za splošno javnost zmeraj poskušam ljudi navdušiti za znanost. Kljub temu, da je moje delo pogosto teoretično in računsko, se je treba zavedati, kako ga narediti privlačnega in razumljivega vsem.

Raziskovanje znanosti je timsko delo. Vaša raziskovalna skupina na Princetonu je zelo interdisciplinarna, sodelujete z mnogimi eksperimentalnimi skupinami. Zakaj je to sodelovanje ključnega pomena za preboje v znanosti?

Interdisciplinarnost je zelo pomembna, ker se veliko novih prebojev zgodi ravno na spoju med različnimi vedami. Seveda prihaja do prebojev tudi znotraj specifičnih ved, a veliko novih stvari se dogaja ravno na preseku. Moja izobrazba je na področju fizike, med doktorskim študijem sem se navdušil za biofiziko in mehaniko. Od takrat veliko sodelujem z biologi in biotehniki. Trenutno na primer raziskujemo, kako se pljuča razvijejo v zarodkih različnih organizmov – na primer pri miših in plazilcih. Dognali smo, da gladke mišice pomagajo izklesati epitelijsko tkivo, ki tvori razvejana pljuča.

Na podlagi tega, kar smo se naučili, poskušamo sedaj v laboratoriju ustvariti pljučne organoide iz človeških ali mišjih celic. Ideja je da bi s 3D-printerjem natisnili mišične celice na epitelijsko tkivo, nato pa bi te mišice aktivirali in skrčili s pomočjo optogenetike. Krčenje mišic bo tako preoblikovalo epitelijsko tkivo v želeno obliko. Cilj je, da bi na teh organoidih lahko testirali zdravila in terapije, ki bi lahko pomagale prezgodaj rojenim novorojenčkom, ki nimajo polno razvitih pljuč, in imajo zato pogosto težave z respiratornim sistemom.

Foto: Osebni arhiv



Pri vašem delu pogosto prehajate med bazičnimi in aplikativnimi raziskavami. Kje je po vašem mnenju meja med njima?

Kljub temu, da se projekti, kot so pljučni organoidi, slišijo ambiciozno in neposredno uporabno, smo še zmeraj precej daleč od končnega cilja. K njemu se premikamo počasi, s pomočjo bazičnih raziskav. Sam sem zelo navdušen nad bazično znanostjo. Seveda, če bodo naša dognanja nekoč res uporabna, bo super, a to ni moja primarna motivacija. Obstajajo pa tudi raziskovalci, ki jih zanimajo izključno aplikativne stvari, in to je prav tako v redu. Tukaj na Princetonu je zelo velik poudarek na bazični znanosti, čeprav spodbujamo tudi aplikativno delo in razvoj zagonskih podjetij.

V Sloveniji je zadnja leta zelo popularen termin popularizacija znanosti. Zakaj je ključno, da znanost ne ostane zaprta le v akademskih krogih?

Popularizacija znanosti je zelo pomembna, in tega se zavedajo tudi

fundacije ki financirajo projekte. Ko prijavimo nov projekt, moramo poleg znanstvenega doprinosa opisati tudi širši vpliv naših raziskave. Tu se ne misli samo na znanost, ampak tudi na splošno javnost in usposabljanje nove generacije študentov. To nas spodbuja k aktivnemu poučevanju: npr. ustvaritev novih šolskih predmetov na fakultetah in novih tem za srednješolske predmete, organizacija dogodkov za splošno javnost, in vključevanje srednješolcev in dodiplomskih študentov v raziskovalne skupine. Na univerzah že obstajajo profili zaposlenih, ki se ukvarjajo izključno s popularizacijo znanosti in organizirajo veliko dogodkov. Meni tako ni potrebno vsega ustvariti iz nič in se lahko pridružim že ustaljenim

dogodkom. Na primer, tukaj je zelo popularen dan znanosti v javni knjižnici, kjer raziskovalci predstavljajo svoje raziskave in tudi bolj splošno znanost. Otroci in tudi malo starejši hodijo od mize do mize ter se poskušajo navdušiti nad znanostjo prek demonstracij in vizualizacij.

Kako svoje študente pripravljate na to, da lastne kompleksne projekte predstavijo na zanimiv in razumljiv način?

V sklopu mojega podiplomskega predmeta namenim celo šolsko uro pogovoru s študenti o tem, kako predstaviti svoje delo stroki ali pa splošni javnosti. Študentom vsekakor ni enostavno zapakirati kompleksen projekt v 10-minutno predstavitev na

Dr. Andrej Košmrlj izpostavlja, da sta navdušenje in mentorstvo ključna v začetni fazi vsake akademske poti. Njegovo delo dokazuje, da se največji preboji v znanosti zgodijo na preseku različnih ved. Hkrati pa je za napredek in podporo znanstvenih projektov nujno, da znanstveniki aktivno delujejo kot komunikatorji. Popularizacija znanosti je tako ključna za širši vpliv raziskav in služi kot osnova za vzgojo naslednje generacije, ki bo sposobna razmišljati globalno in interdisciplinarno.



Foto: Domen Škerlep

konferenci. Zelo pomembno je da se predstavi projekt v kontekstu širšega raziskovalnega področja, ter da se zelo jasno opredeli kaj je bila tema preučevanja in zakaj so naša odkritja pomembna. Poleg tehničnega dela predstavitev, so tukaj zelo uporabni tudi vizualni elementi in včasih tudi predstavitev s pomočjo praktičnih pripomočkov. Zelo pomembno je tudi, kako prilagoditi princip komunikacije, ko se pogovarjaš s spošno javnostjo. Tukaj pogosto uporabljamo analogije iz vsakdanjega življenja,

kar je zelo uporabno za približevanje kompleksnih pojmov in idej. Predstavitve so zelo pomembna veščina, ki jo moramo razviti vsi.

S to veščino učinkovite komunikacije in povezovanja pa ustvarjate tudi kroženje možganov. Sami ste del visoko izobražene diaspore. Kaj bi po vašem mnenju pomenilo, kakšna bi bila cena, če teh povezav, ki jih gradi ASEF, ne bi bilo?

Znanost je globalna, zato je ta povezanost ključna. Večina nas, ki sodelujemo

v ASEF, je odrasla v Sloveniji in zelo cenimo vpliv naših mentorjev. Tako želimo tudi sami pomagati do uspeha bodočim generacijam. Slovenski študenti, ki pridejo k nam v tujino, vidijo drugačne raziskovalne pristope, so izpostavljeni novemu pogledu na znanstveno-raziskovalni svet in dobijo pomembne stike. Če ostanejo v Sloveniji, tja prinesejo novo znanje, ki lahko vodi do novih znanstvenih sodelovanj med raziskovalci v tujini in Sloveniji. Če pa se odločijo svojo kariero razvijati v tujino, jim je

ASEF lahko dobra odskočna deska. To je tudi pomembna življenjska izkušnja, saj so nekateri prvič dlje časa v tujini. To jim da tudi drugačen pogled na migracije in ljudi, ki se preselijo v Slovenijo. Vsi skupaj moramo delati in stremeti k temu, da bo naša skupnost boljša.

Delo na tako kompleksnih projektih in mentorska vloga gotovo zahtevata maratonsko energijo. Bili ste tudi maratonec, navajeni ste fizičnih in mentalnih naporov. Kaj počnete za to, da ohranjate ravnovesje med abstraktnim

svetom znanosti in med vsakdanjim življenjem, ki vas čaka doma?

Že od malega sem navdušen nad športom, zato se še vedno rad ukvarjam z njim, čisto tako, da malo odklopim misli in se sprostim. Dostikrat se med tekom porodijo tudi kakšne nove ideje in rešitve pridejo same od sebe, ravno takrat, ko o njih najmanj razmišljam. Mislim, da je ravnovesje med delom in življenjem zelo pomembno. Šport je zame vedno bil ključen. Ko sem bil na doktorskem študiju v Bostonu, sem si zaželel prečeti tudi znameniti

Bostonski maraton, ki je zelo priznan. To je bil velik mentalni in fizični napor. Tudi v znanosti je vedno tako – vedno je to maraton, ne šprint. Zato svojim študentom predlagam, da naj si najdejo nek hobi, ki jim prinaša veselje, in bodo tako lažje prebrodili krize in prepreke pri svojih raziskavah. Vsekakor se še zmeraj rad ukvarjam s športom. Sicer maratonov nisem tekel že deset let, a tečem za lastno dobro počutje in poskušam biti športno aktiven, zdaj tudi med tekom za svojimi otroki (smeh).

Foto: Osebni arhiv



Mednarodna konferenca AI for Science: Umetna inteligenca v službi znanstvenih prebojev



Slovensko društvo za umetno inteligenco (SLAIS) je gostilo več kot 300 strokovnjakov z vse Evrope, ZDA, Japonske, Nove Zelandije in drugih držav, s čimer je Slovenijo utrdilo kot ključno stičišče za razvoj umetne inteligence v znanosti in raziskovanju ter pomembno prispevalo k ciljem projekta POP Znanost.

Slovensko društvo za umetno inteligenco je **med 22. in 26. septembrom 2025** v sodelovanju s Fakulteto za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani (FRI UL), Institutom Jožef Stefan (IJS) in Univerzo v Novi Gorici (UNG) uspešno soorganiziralo odmevno mednarodno konferenco **AI for Science**. Konferenca, ki sta jo vodila **prof. dr. Sašo Džeroski** in **doc. dr. Vida Groznik**, se je odvijala na UL FRI. Organizatorji konference so tako potrdili globalno relevantnost naše države in poudarili njen strateški položaj pri razvoju umetne inteligence.

Sinergija znanosti: Prelomni dosežki in globalna mreža

Namen konference je bil združiti vrhunske domače in mednarodne strokovnjake, ki umetno inteligenco uporabljajo za reševanje zahtevnih znanstvenih in tehnoloških izzivov. Konferenca je bila oblikovana okoli tradicionalne 28. konference Discovery Science, pri čemer se je nabor tematskih sklopov razširil s poudarki projektov **SLAIF** in **AI4Sci**, s čimer je ponudila celovit vpogled v trenutno dogajanje.

Na konferenci je več kot **20 slavnostnih govorcev** in vabljenih predavateljev predstavilo prelomne dosežke v izjemno raznolikih disciplinah: od naprednih tovarn umetne inteligence in medicinskih inovacij do reševanja okoljskih problemov, raziskovanja vesolja in uporabe umetne inteligence v digitalni humanistiki.

Foto: Katja Kodba, STA

Ta **interdisciplinarnost** je privabila ne le raziskovalce in vodilne strokovnjake za umetno inteligenco, temveč tudi znanstvenike, ki umetno inteligenco uporabljajo za reševanje kompleksnih problemov na področjih fizike in znanosti o materialih. Konferenca je s tem uspešno podprla nadaljnji napredek umetne inteligence v Evropi in spodbujala sodelovanje med akademskimi krogi in industrijo. Posebej so bili predstavljeni tudi znanstveni dosežki projekta **SMASH** (*Machine Learning for Science and Humanities*), edinstvenega evropskega podoktorskega programa, ki povezuje pet vodilnih slovenskih raziskovalnih institucij.





Foto: Katja Kodba, STA

Umetne inteligenca na strateški ravni: Panel o strategijah in politikah

Eden od vrhuncev konference sta bila dva posebna panela, odprta za širšo javnost, v katerih so se udeleženci osredotočili na strateške in etične usmeritve. Posebno pozornost je pritegnil panel **"AI for Science: Strategies, Policies, Resources"**, na katerem je sodeloval tudi predstavnik Evropske komisije **Lars De Nul**, namestnik vodje enote DG Research & Innovation, AI in Science & Critical Technologies Unit (E4), ki je na panelu predstavil novo **strategijo EU za umetno inteligenco v znanosti**, ki je bila sicer uradno objavljena v začetku oktobra. Njegovi predstavitvi je sledila plodna razprava z uglednimi gosti, kot so generalni direktor Direktorata za znanost in inovacije z Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in inovacije

dr. Tomaž Boh, predstavnik Evropskega združenja nacionalnih meroslovnih inštitutov (EURAMET e. V.) **dr. Tanasko Tasić**, **prof. dr. Tejs Vegge** z Oddelka za pretvorbo in shranjevanje energije (DTU Energy) in **prof. dr. Sašo Džeroski** z Instituta Jožef Stefan. Ta panel je aktivno prispeval k oblikovanju in implementaciji nacionalnih in evropskih politik na področju umetne inteligence, saj je zagotovil stičišče za neposredno komunikacijo med raziskovalci in odločevalci. Vsebinsko je dopolnil še panel **"Responsible AI"**, ki je obravnaval etične vidike umetne inteligence z gosti, **prof. dr. Caterino Doglioni** z Univerze v Manchesteru, **dr. Sebastianom Scherom** z Univerze v Gradcu in državno sekretarko na Ministrstvu za digitalno preobrazbo **dr. Aido Kamišalić Latifić**.

Konferenco, ki je potekala pod častnim pokroviteljstvom ministra za visoko šolstvo, znanost in inovacije **dr. Igorja Papiča**, je z nagovorom odprl minister sam, s čimer je poudaril nacionalni pomen dogodka. Ostali slavnostni govorniki so bili še rektor Univerze v Ljubljani, **prof. dr. Gregor Majdič**, direktor Instituta Jožef Stefan, **prof. dr. Leon Cizelj**, rektor Univerze v Novi Gorici, **prof. dr. Boštjan Golob**, dekanja Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, **izr. prof. dr. Mojca Ciglarič**, predsednik organizacijskega odbora konference AI for Science, **prof. dr. Sašo Džeroski**, predsednik programskega odbora 28. konference Discovery Science, **izr. prof. dr. Nikola Simidjievski**, koordinatorka projekta SMASH, **prof. dr. Gabrijela Zaharijas**, in predsednica lokalnega organizacijskega odbora, **doc. dr. Vida Groznik**.

Z združevanjem akademskih krogov, industrije in politike je SLAIS uspešno dosegel cilj konference: spodbujanje sodelovanja in podpora nadaljnjemu napredku umetne inteligence, kar je tudi eden izmed ciljev projekta POP Znanost.



Foto: Katja Kodba, STA

Mednarodna konferenca AI for Science: SLAIS je soorganiziral petdnevno konferenco z več kot 300 mednarodnimi udeleženci in 20 govorniki, ki je obravnavala uporabo umetne inteligence v medicini, fiziki, znanostih o materialih in okolju. Konferenca je vključevala tudi vsebine projekta SMASH ter poseben strateški panel, na katerem je predstavnik Evropske komisije Lars De Nul uradno predstavil novo strategijo EU za umetno inteligenco v znanosti. Konferenca je s tem potrdila osrednjo vlogo Slovenije pri določanju evropskih politik in prispevala k oblikovanju močne globalne akademske mreže.

Nagrada dr. Uroša Seljaka: Poudarek na odličnosti in boju proti zanikanju znanosti



Foto: Boštjan Podlogar, STA

Ameriško-slovenska izobraževalna fundacija (ASEF) in Univerza v Ljubljani (UL) sta že četrto leto zapored organizirali slavnostno podelitev nagrad in pohval dr. Uroša Seljaka, ki je potekala 24. Septembra 2025 v Zbornični dvorani stavbe Univerze v Ljubljani na Kongresnem trgu. To prestižno priznanje prejmejo študentke in študenti prve in druge stopnje študija v Sloveniji za najboljše znanstvene objave.

Osebni dokaz popularizacije znanosti

Ustanovitelj nagrade **dr. Uroš Seljak** je izjemen primer slovenskega znanstvenika svetovnega kova. Svojo pot je začel z diplomom iz fizike na Univerzi v Ljubljani, nato pa je doktoriral na slovitom MIT. Danes je redni profesor astrofizike in kozmologije na elitni Univerzi Kalifornije, Berkeley. Njegov prispevek k razumevanju nastanka in evolucije vesolja, še posebej na področju temne snovi in temne energije, je neprecenljiv in ga uvršča med vodilne raziskovalce tega področja.

Donacija, ki je postala simbol ambasadorstva znanosti

Leta 2021 je dr. Seljak za svoje raziskovalno delo prejel eno najprestižnejših priznanj – Gruberjevo nagrado za kozmologijo, ki je poleg velike časti prinesla tudi denarno nagrado v višini 500.000 ameriških dolarjev. Dr. Seljak se je odločil del nagrade, natančneje 150.000 ameriških dolarjev, nameniti za ustanovitev sklada, iz katerega se danes financira letna Nagrada dr. Uroša Seljaka v višini 10.000 ameriških dolarjev. To ni le donacija; je osebni dokaz njegove želje, da svoj uspeh povrne matični domovini in spodbuja novo generacijo raziskovalcev k objavljanju in popularizaciji znanosti. S tem dejanjem je ustvaril trajno vez med slovensko znanstveno diasporo in domačim akademskim okoljem.

Spodbuda za boj proti zanikanju znanosti



Foto: Boštjan Podlogar, STA

Letošnje podelitve se je v živo udeležil tudi dr. Uroš Seljak, ki je v svojem navdihujočem govoru izpostavil zaskrbljenost zaradi družbenih izzivov in poudaril ključno vlogo znanosti v sodobni družbi.



Foto: Boštjan Podlogar, STA

Izjemna kakovost prijav in nagrajenci 2025

Strokovna komisija za nagrado dr. Uroša Seljaka, ki ji predseduje **prof. dr. Simon Horvat** (Biotehniška fakulteta, UL), je letos prejela 12 prijav, med temi je bilo kar osem kandidatk, kar kaže na stalno rast in izjemno kakovost mladega znanstvenega kadra v Sloveniji.

V komisiji so poleg prof. dr. Horvata in dr. Seljaka še: **dr. Klementina Fon Tacer** (Texas Tech University), **dr. Veronika Fikfak** (University College London), **dr. Andrej Košmrlj** (Princeton University), **dr. Marta Verginella** (Filozofska fakulteta UL) in **dr. Maruša Bradač** (Fakulteta za matematiko in fiziko UL).

Nagrado dr. Uroša Seljaka sta letos prejela

- **Jovana Videnović** (UL Fakulteta za računalništvo in informatiko) za objavo **Vizualno sledenje objektom s SAM2 na podlagi pomnilnika z upoštevanjem distraktorjev** (A Distractor-Aware Memory for Visual Object Tracking with SAM2),
- **Martin Justin** (UL Filozofska fakulteta in UM Filozofska fakulteta) za objavo **Več upanja za spravljivost** (More Hope for Conciliationism).

S pohvalami so bili nagrajeni še:

- **Tina Šaula** z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (UL BF) za objavo **Izboljšanje hranilne vrednosti mlevskih frakcij grahove moke s fermentacijo** (Enrichment of the nutritional value of pea flour milling fractions through fermentation),
- **Vita Movrin** z Inštituta Jožef Štefan (IJS) za objavo **Začetek zapiranja epiteljske rane kot posledica aktivne nestabilnosti v aktomiozinskem obroču** (Initiation of epithelial wound closure by an active instability at the purse string),
- **Vladimir Smrkolj** in **Aljoša Škorjanc** z Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani (UL MF) za objavo **GORReverseLookup: Orodje za obratno analizo Genske Ontologije** (GORReverseLookup: A Gene Ontology Reverse Lookup Tool).



Foto: Boštjan Podlogar, STA

Ameriško-slovenska izobraževalna fundacija (ASEF) in Univerza v Ljubljani (UL) sta že četrto leto zapored podelili nagrade dr. Uroša Seljaka, ki s finančno spodbudo v višini 10.000 ameriških dolarjev nagrajujejo najboljše znanstvene objave slovenskih študentov prve in druge stopnje. Dogodek, ki ga financira osebna donacija uglednega astrofizika dr. Uroša Seljaka (UC Berkeley), je bil letos osredotočen na ključen družbeni boj, saj je dr. Seljak v svojem govoru poudaril, da nagrada predstavlja simboličen upor proti zanikanju znanosti in da je uporaba znanstvenih metod edina pot k razvoju. Slavnostna podelitev s tem potrjuje izjemno interdisciplinarnost in kakovost mladega slovenskega znanstvenega kadra, ter hkrati utrjuje trajno vez med slovensko znanstveno diasporo in domačo akademsko sfero.

HackathON: Študentje poleteli v prihodnost z odprto znanostjo in superračunalništvom



Društvo INFORMATIKA s praktično in inovativno izkušnjo za mlade uspešno naslovilo cilj popularizacije slovenske znanosti. Zmagovalna ekipa optimizirala proizvodnjo bioloških zdravil z digitalnimi dvojčki.

Slovensko društvo INFORMATIKA (SDI) je v sklopu projekta **POP Znanost** organiziralo in izvedlo odmeven študentski **HackathON: Poleti v prihodnost z odprto znanostjo in superračunalništvom**. Dogodek, ki je potekal pod častnim pokroviteljstvom Slovenske nacionalne komisije za UNESCO, je izjemno uspešno spodbudil praktično uporabo teoretičnega znanja pri reševanju globalnih izzivov. Rdeča nit tekmovanja so bili namreč Cilji trajnostnega razvoja OZN, s čimer je HackathON mladim znanost približal kot neposredno orodje za ustvarjanje boljše prihodnosti.

Izzivi, inovacije in impresivna udeležba

Projekt je k sodelovanju pritegnil **impresivnih 119 študentov**, združenih v 29 ekip. Tekmovalci so se v dveh krogih spopadali s temami, kot sta **Zdravje in dobro počutje** (ki ga je zastavil Sandoz Lek) in **Vesoljski izziv**. Slednji je bil tesno povezan z aktivnostmi Slovenske vesoljske pisarne in evropskim programom Copernicus, ki je zagotavljal ključne podatke, s čimer so poudarili priložnosti, ki jih prinaša polnopravno članstvo Slovenije v Evropski vesoljski agenciji (ESA). Značilnost tekmovanja je bila tudi možnost, da so ekipe oblikovale lasten izziv s poudarkom na uporabi digitalnih dvojnikov.

Prvi krog je potekal **12. marca 2025** na Fakulteti za računalništvo in informatiko v Ljubljani. Že takrat so bile udeležencem na voljo specializirane delavnice, s katerimi so nadgradili svoje znanje – od tehnik ustvarjanja privlačne predstavitve do uvoda v superračunalništvo in obdelave velepodatkov v Pythonu.

Foto: Arnes



HackathON SDI ključen pri zmanjševanju bega možganov: Slovensko društvo INFORMATIKA je z dvorundnim HackathONom uspešno združilo 119 študentov in jih spodbudilo k uporabi odprte znanosti in superračunalništva za reševanje Ciljev trajnostnega razvoja OZN. Dogodek je mladim ponudil vrhunsko mentorsko podporo in dokazal, da Slovenija ponuja platforme za razvoj visokotehnoloških rešitev, s čimer aktivno krepi znanstveno kulturo in zmanjšuje beg možganov.

Skupno je pri izvedbi in mentorski podpori sodelovala široka paleta strokovnjakov, med katerimi so bili predstavniki Slovenske skupnosti odprte znanosti, Fakultete za informacijske študije, Arhiva družboslovnih podatkov, Ministrstva za digitalno preobrazbo in Slovenske nacionalne komisije za UNESCO.

Na podlagi kakovosti rešitev se je v drugi, **zaključni krog, ki je sledil 15. aprila 2025 v sklopu konference Dnevi slovenske informatike**, uvrstilo najboljših osem ekip. Med njimi so bile ekipe *ZelenaSled* in *5 prijateljev* (Vesoljski izziv), *Doner Kez* in *Ekipa42* (Zdravje in dobro počutje) ter ekipe *DPR*, *French Language Pack Removers* in *DigiVizija*, ki so se posvetile lastnim izzivom (deforestacija, naravne nesreče in onesnaženost).



Foto: Arnes

Zmagovalci in rešitve, ki gradijo prihodnost

Drugi krog je bil posvečen izpopolnjevanju rešitev, pri čemer so finalisti prejeli še dodatno predavanje in delavnico o javnem nastopanju. Mladi programerji in raziskovalci so tako dobili celovit nabor znanj, ki jih potrebujejo za uspešen prenos znanosti v prakso.

Na razglasitvi zmagovalcev je **prepričljivo slavila Ekipa42** v sestavi študentov **Mateja Urbančiča, Gašperja Jalna, Barbare Knez** in **Mihe Radeža**. Študenti Fakultete za matematiko in fiziko UL ter Biotehniške fakultete UL so navdušili z rešitvijo, ki je predlagala uporabo digitalnih dvojčkov za

optimizacijo proizvodnje bioloških zdravil, s čimer so neposredno naslovili izziv zdravja in dobrega počutja.

Drugo mesto so osvojili člani ekipe **5 prijateljev**, ki so se ukvarjali z možnostjo omejevanja širjenja gozdnih požarov z uporabo semantične segmentacije satelitskih podatkov. Tretje mesto pa je osvojila ekipa **DPR** z reševanjem problema deforestacije. Poleg nagrad strokovne komisije si je ekipa **DPR** prislužila tudi posebno nagrado – z **več kot petino vseh glasov** s strani udeležencev in obiskovalcev je bila izbrana za favorita.

Skupnost, ki krepi znanstveno kulturo

HackathON ni bil zgolj tekmovanje, temveč priložnost za neformalno izobraževanje, ki je okrepilo vez med znanostjo, izobraževanjem in industrijo. Dogodek je izpeljala močna skupnost organizatorjev in partnerjev.

Ključni organizatorji so bili Slovensko društvo INFORMATIKA, Akademsko in raziskovalna mreža Slovenije (Arnes), portal Odprti podatki Slovenije (OPSI), Slovenska skupnost odprte znanosti (SSOZ), Nacionalni kompetenčni center za superračunalništvo EuroCC SLING in Fakulteta za računalništvo in informatiko UL. Sodelovali so tudi številni partnerji, vključno z Ministrstvom za digitalno preobrazbo, Slovensko vesoljsko pisarno, IJS, Sinergise in evropskim programom Copernicus. SDI in vsi partnerji so s tem dogodkom zarisali pomemben korak k uresničevanju ključnega cilja projekta POP Znanost: zmanjšanju bega možganov.

S ponudbo praktične, visoko-tehnološke in relevantne izkušnje v domačem okolju se mladim dokazuje, da je Slovenija kraj, kjer se znanost ne le spoštuje, temveč tudi aktivno ustvarja, s čimer se gradi prihodnost, kjer bo znanost bolj dostopna in povezana z mladimi ter industrijo.

“

“Cilj HackathONa je bil preprost: študente navdušiti za praktično uporabo odprtih podatkov in potenciala superračunalništva pri reševanju realnih problemov.” poudarjajo organizatorji.

Foto: Arnes



Festival znanosti Maribor: Znanost kot pustolovščina, ki rešuje življenja in kroji prihodnost



Evropski kulturni in tehnološki center (EKTC) Maribor je z interaktivnim festivalom navdušil več kot 400 obiskovalcev in dokazal, da je znanost most med mladimi, inovacijami ter zmanjševanjem bega možganov.

V Centru eksperimentov Maribor je 22. oktobra 2025 potekal 6. **Festival znanosti Maribor 2025**, ki ga je EKTC pod vodstvom ustanoviteljice zavoda **Tanje Jakopič Rojec** organiziral v sklopu projekta **POP Znanost**. Dogodek je privabil obiskovalce vseh starosti, od osnovnošolcev do družin, ki so se ves dan udeleževali interaktivnih predstavitev in delavnic.

Sprehod med inovacijo in radovednostjo

Pot po festivalu je obiskovalce vodila skozi urejene razstavne prostore, kjer se je teoretično znanje prelivalo v prakso. Že v prvem nadstropju so se srečali svet mode, letenja in urgentne medicine. Študenti **Fakultete za strojništvo (UM)** so predstavili digitalno načrtovanje oblačil in model **brezpilotnega letala**, medtem ko je **Študentska urgentna sekcija (ŠUS UM)** poudarjala, kako pomembna je prva pomoč in kako dragoceno je znanje, ki rešuje življenja. Takoj zatem je Fakulteta za strojništvo navdušila z bolj adrenalinsko vsebino, in sicer z **robotskim nogometom** ter vožnjo v **simulatorju formule**, ki sta pritegnila številne mlade navdušence.

Foto: Jože Marinič



Že ob vstopu v EKTC je obiskovalce pričakala prava paša za oči in ušesa: zagon motorja prave študentske **dirkalne formule ekipe UNI Maribor GPE**. »Nastala je izpod rok mladih ustvarjalcev mariborske univerze, ki so z njo dokazali, da se znanje in strast do tehnologije lahko združita v nekaj resnično zanimivega,« je opisala prostovoljka Laura Kraner. Ta dober motivacijski štart je bil uvod v svet znanosti in norih dogodivščin.

Sprehod se je nadaljeval v tretji razstavni prostor, ki je bil dišeč, barvit in ustvarjalen. Dijaki in profesorji **Gimnazije in srednje šole Ruše** so obiskovalcem približali svet vitaminov in naravne kozmetike, medtem ko so predstavniki **Naravoslovnotehniške fakultete (UL)** razkrivali skrivnosti geologije ob živem prikazu **litja aluminija**. Ključno vlogo pri spodbujanju mobilnosti je imela **Ameriško-slovenska izobraževalna fundacija (ASEF)**; nekdanje štipendistke so s toplino razlagale, kako program **Raziskovanje v tujini** slovenskim študentom odpira pot do vrhunskih tujih mentorjev in globalne akademske mreže.

V zadnjem prostoru se je pozornost preusmerila na trajnostnost in materiale. Predstavili so se **Fakulteta za tehnologijo polimerov**, ki je dokazovala, da »dobra plastika ni znanstvena fantastika«, in **Šolski center Rogaška Slatina** s prikazom umetnosti in znanosti **stekla in optike**.

Domači **Center eksperimentov Maribor (EKTC)** pa je s postojanko poudaril pomen ekologije pri ohranjanju mesta – izdelali so inovativno **maketo mesta z obnovljivimi viri energije**. Prostovoljka Laura Kraner je ob teh interaktivnih postajah zaključila z močnim vtisom: *»Bilo je čudovito opazovati otroke, ki so se z zagnanostjo lotili poskusov, in odrasle, ki so jim pri tem spodbujajoče pomagali.«*

Ko se je ura približala peti popoldne, se je festival zaključil s toplimi stiski rok. Festival znanosti Maribor je ponovno dokazal, da znanost ni le skupek formul in laboratorijev, temveč *»prostor navdiha, sodelovanja in človečnosti«*, ki spodbuja radovednost in karijerne poti v svetu inovacij, s čimer aktivno prispeva k uresničevanju ciljev projekta POP Znanost.

Foto: Jože Marinič

6. Festival znanosti Maribor: EKTC Maribor je v sklopu projekta POP Znanost organiziral izjemno interaktiven festival, ki je pritegnil več kot 400 obiskovalcev. Dogodek je znanost približal kot zabavno in uporabno orodje, kjer so mladi raziskovali robotski nogomet, se učili prve pomoči ter spoznavali napredne materiale in inženirske dosežke študentov. Partner ASEF je hkrati predstavil priložnosti za raziskovanje v tujini, s čimer festival ni bil le predstavitev dosežkov, ampak močan most med mladimi in njihovimi kariernimi potmi v znanosti, s čimer aktivno prispeva k zmanjšanju bega možganov.





Ko znanost potuje po zemljevidu: regionalna razpršenost in mobilnost

NVO-ji v ekosistemu popularizacije znanosti zasedajo edinstven položaj. Njihov pristop je v bistvu bolj demokratičen in neposreden. Njihovo poslanstvo stoji na več ključnih stebrih, ki so dokaz, da znajo biti hitrejši in bolj fleksibilni od tradicionalnih institucij.

Prvič, gre za **dostopnost** in **demokratičnost**. Nevladniki rušijo zidove in prinašajo eksperimente neposredno med ljudi. Drugič, NVO so sinonim za **fleksibilnost** in **inovativnost**. Ker večinoma niso obremenjeni z birokracijo in kurikulumi, se ne bojijo novih formatov in so hitri pri adaptaciji. Organizacije hitreje razvijajo nekonvencionalne metode, kot so ulične akcije in interaktivne delavnice, kar zagotavlja aktualnost in zanimivost vsebin. Tretjič, ključna je **nišna specializacija**. Medtem ko imajo fakultete široke programe, se društva osredotočajo na hitro rastoča in zelo specifična področja. In nenazadnje, spodbujajo **državljsko znanost**. To pomeni aktivno vključevanje vseh državljanov v resnično raziskovalno delo. S pomočjo široke mreže prostovoljcev NVO zbirajo ključne podatke, s čimer dokazujejo, da lahko k napredku znanosti pripomore čisto vsak.

Popularizacija znanosti v Sloveniji ni le zgodba, ki se vrti okoli prestolnice Ljubljane. Njeni mnogoteri akterji različnih značajev in delovanja so razporejeni tako centralno kot tudi regionalno. Nekateri imajo celo globalen vpliv.

Zaključek je oster in jasen: Nevladne organizacije v Sloveniji niso samo ljubek dodatek. So **temeljni in nepogrešljivi akterji popularizacije znanosti**.

Zaradi svoje agilnosti, specifičnega fokusa in zmožnosti, da dosežejo tiste, ki jih akademski svet pogosto spregleda, zagotavljajo, da je **znanost resnično javna dobrina za vse**. Ta sektor je ključen za vzdrževanje kritične družbe in spodbujanje raziskovalnega duha med mladimi.

Klic k akciji: Pomagaj nam ustvariti popoln zemljevid!

Ker je sektor popularizacije znanosti dinamičen in nenehno raste, potrebujemo tvojo pomoč.

V duhu **odprte znanosti** vas vabimo k soustvarjanju! Če poznate društvo, zavod ali neprofitno pobudo, ki aktivno in strastno popularizira znanost, **jo dodajte na naš zemljevid populariziranja znanosti po Sloveniji**. To storite tako, da skenirate spodnjo QR-kodo, odgovorite na vprašanja in s tem prispevate k **nacionalnemu popisu junakov popularizacije znanosti**!

Zemljevid v nastajanju je poklon vsem neprofitnim organizacijam, zavodom in društvom, ki so znanost postavila za nepogrešljiv del slovenske javne debate.

Trenutni seznam nevladnih organizacij

- Akademija za radovende, Ljubljana
- ARIS – Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije, Ljubljana
- ASEF (American Slovenian Education Foundation), Ljubljana
- Barjelog, zavod za interpretacijo, popularizacijo in raziskovanje naravne dediščine, Ljubljana
- BOB, zavod za izobraževanje in kulturne dejavnosti, Ljubljana
- Botanično društvo Slovenije, Ljubljana
- Danes je nov dan, Inštitut za druga vprašanja, neprofiten zasebni zavod, Ljubljana
- DRTI – Društvo za razvoj tehniškega izobraževanja, Ljubljana
- Društvo AIA - mladinski center Mengeš, Mengeš
- Društvo antropologov Slovenije, Ljubljana
- Društvo BEST Ljubljana - Združenje študentov tehnologije in naravoslovja, Ljubljana
- Društvo biologov Slovenije, Ljubljana
- Društvo Bober - Okoljsko gibanje Dolenjska, Novo mesto
- Društvo DOVES - FEE SLOVENIA, Portorož
- Društvo Ekologi brez meja, Ljubljana
- Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije (DMFA), Ljubljana
- Društvo mladih geografov Slovenije Egea Ljubljana, Ljubljana
- Društvo Planet Zemlja, Vodice

- Društvo slovenska matica, Ljubljana
- Društvo študentov biologije, Ljubljana
- Društvo študentov farmacije Slovenije, Ljubljana
- Društvo študentov medicine Maribor, Maribor
- Društvo študentov medicine Slovenije, Ljubljana
- Društvo učiteljev zgodovine Slovenije, Ljubljana
- Društvo vodna agencija, Rogaška Slatina
- Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije (DOPPS), Ljubljana
- Društvo za opazovanje narave zelena steza, Maribor
- Društvo za raziskovanje jam Simon Robič, Domžale
- Društvo za znanost in izobraževanje DRZNI, Ljubljana
- EESTEC, društvo študentov elektrotehnike in računalništva, Ljubljana
- Evropski kulturni in tehnološki center Maribor (EKTC), Maribor
- Inštitut Časopis za kritiko znanosti, Ljubljana
- Inštitut Časoris za kritiko znanosti, Ljubljana
- Inštitut za ekologijo, Ljubljana
- Inštitut za gozdno pedagogiko, Kamnik
- IRSA – Inštitut za razvojne in strateške analize, Ljubljana
- IZRA, Inštitut za zgodovinske raziskave, Ljubljana
- Kvarkadabra, Društvo za tolmačenje znanosti, Ljubljana
- Kvarkadabra, Ljubljana
- Ljubljansko geografsko društvo, Ljubljana
- Mladinski center Bit, Črnomelj
- Nacionalni urad MEPI - Mednarodno priznanje za mlade, Ljubljana
- Pionirski dom – Center za kulturo mladih, javni zavod, Ljubljana
- Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana
- SiNAPSA, Slovensko društvo za nevroznanost, Ljubljana
- Slovensko društvo INFORMATIKA, Ljubljana
- Slovensko društvo za umetno inteligenco (SLAIS), Ljubljana
- Slovensko društvo za zaščito voda, Ljubljana
- Super glavce, zavod za promocijo znanja, Ljubljana
- SYMBIOSIS - Zavod za naravovarstveno raziskovanje in izobraževanje, Nova vas, Bloke
- UMMI, zavod za izobraževanje Koper, Koper

- Ustanova Hiša eksperimentov, Ljubljana
- Z lahkoto!, zavod za izobraževanje, raziskovanje in razvoj, Ljubljana
- Zavod 404 - Zasebni zavod za raziskave, razvoj in inovacije Ljubljana, Ljubljana
- Zavod Terra Viva, Sv. Peter, Sečovelje
- Zavod za ihtiološke in ekološke raziskave REVIVO, Šentjur
- Zavod za promocijo znanosti, Ljubljana
- Zavod za raziskave, izobraževanje in trajnostni razvoj Celje, Celje
- Znanost na cesti, zavod za promocijo znanosti, Ljubljana
- Zveza geodetov Slovenije, Ljubljana
- Zveza geografov Slovenije, Ljubljana
- Zveza strojnih inženirjev Slovenije, Ljubljana
- Zveza za tehnično kulturo Slovenije ZOTKS, Ljubljana
- Zveza zgodovinskih društev Slovenije, Ljubljana

