

Izveštaj o doktorskoj disertaciji

OPTIMIZACIJA ZAKLJUČIVANJA U NAUCI: PRISTUP ZASNOVAN NA PODACIMA

(OPTIMIZATION OF SCIENTIFIC REASONING: A DATA-DRIVEN APPROACH)

doktorantkinje Vlaste Sikimić

Odlukom Nastavno–naučnog veća Filozofskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu izabrani smo kao članovi komisije za analizu i ocenu doktorske disertacije *Optimizacija zaključivanja u nauci: pristup zasnovan na podacima* doktorantkinje Vlaste Sikimić. Na osnovu uvida u rad kandidata, čast nam je da Nastavno–naučnom veću podnesemo sledeći izveštaj.

Informacije o kandidatu i disertaciji

Vlasta Sikimić je istraživačica na Institutu za filozofiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i saradnica Laboratorije za eksperimentalnu psihologiju na istom fakultetu. Završila je master studije logike na Univerzitetu u Amsterdamu gde je nagrađena Hajgensovom stipendijom za međunarodne talente. Pre toga je, kao najbolji student u generaciji, završila osnovne studije iz filozofije na Univerzitetu u Beogradu. Tokom doktorskih studija je, kao stipendista Nemačke službe za akademsku razmenu (DAAD), bila gostujući istraživač na Eberhard Karls univerzitetu u Tbingenu.

Kandidatkinja se bavi filozofijom nauke, logikom, filozofijom vođenom podacima i etikom životinja. Vlasta Sikimić je do sada, u ovim oblastima, objavila deset naučnih radova. Neke od njenih publikacija su:

- Frittella, S., Greco, G., Kurz, A., Palmigiano, A. and Sikimić, V. (2016), 'Multi-type display calculus for dynamic epistemic logic'. *Journal of Logic and Computation*, 26(1), 2017-2065.
- Frittella, S., Greco, G., Kurz, A., Palmigiano, A. and Sikimić, V. (2016), 'A proof-theoretic semantic analysis of dynamic epistemic logic'. *Journal of Logic and Computation*, 26(1), 1961-2015.

Kandidatkinja je držala predavanja po pozivu, između ostalog, u Makedonskom društvu filozofa na Institutu za filozofiju u Skoplju, na Tehničkom univerzitetu u Delftu u Holandiji i u Srpskoj akademiji nauka i umetnosti. Takođe je izlagala na mnogim međunarodnim konferencijama u Belgiji, Francuskoj, Nemačkoj, Slovačkoj, Danskoj, Holandiji, Austriji i drugim zemljama. Takođe je učestvovala u organizaciji više međunarodnih konferencija, među kojima su i: „*Formal Models of Scientific Inquiry*“ 2017. godine na Rurskom univerzitetu u nemačkom gradu Bohumu, „*The Second Belgrade Graduate Conference in Philosophy and Logic*“ 2015. godine na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Pored toga Vlasta Sikimić se zalaže za popularizaciju nauke, te je do sad dva puta gostovala na domaćim televizijama i sedam puta na nacionalnom radiju.

Vlasta Sikimić je izrazito aktivna na polju prava životinja. Tokom protekle, 2018. godine, bila jedna od gostujućih urednica Temata o pravima životinja u časopisu Filozofske studije Filozofskog društva Srbije, a prethodno je bila i jedna od organizatorki serija predavanja na ovu temu.

Doktorska disertacija kandidatkinje Vlaste Sikimić sadrži devet poglavlja i biografiju: 1. Uvod; 2. Optimizacija naučnog rasuđivanja; 3. Optimizacija resursa u sklopu naučnog projekta: slučaj fizike visokih energija; 4. Investicije u fiziku visokih energija i problem zaustavljanja 5. Optimizacija resursa u sklopu naučnog projekta: slučaj eksperimentalne biologije; 6. Empirijski kalibrirani modeli bazirani na delatnicima; 7. Obrasci argumentacije u prirodnim naukama: studija o otkrićima patogena 8. Prednosti i ograničenja pristupa vođenih podacima 9. Zaključci i dalja istraživanja; i Bibliografija.

Objavljeni i radovi kandidatkinje, kao i oni predati na recenziju koji se citiraju u disertaciju jesu:

- Perović, S. & Sikimić, V. (under revision), ‘How theories of induction can streamline measurements of scientific performance’.
- Sikimić, V., Sandro, R. & Perović, S. (2018), ‘When should we stop investing in a scientific project? The halting problem in experimental physics’, Proceedings of the XXIV Conference “Empirical Studies in Psychology” pp. 105–107.
- Sikimić, V. (2017), Interdisciplinarity in contemporary philosophy: the case of social epistemology, u ‘Društvene nauke pred izazovima savremenog društva’, pp. 19–26.
- Perović, S., Radovanović, S., Sikimić, V. & Berber, A. (2016), ‘Optimal research team composition: data envelopment analysis of Fermilab experiments’, *Scientometrics* 108(1), 83–111.

Predmet i cilj disertacije

Disertacija se bavi pristupima u socijalnoj epistemologiji nauke zasnovanim na podacima. U njoj se nalazi širok spektar različitih ideja i pristupa ovoj oblasti, koji se detaljno diskutuju.

Tema uključuje evaluaciju dostupnosti podatka i njihovih izvora, otkrivanje šema koje su prisutne kod efikasnih istraživačkih projekata korišćenjem algoritama za mašinsko učenje, kao i diskusiju o psihološkim mehanizmima koji kao posledicu mogu imati ostvarivanje lošijih rezultata unutar grupe. Dalji uvidi su načinjeni analizom šablona zaključivanja u pogledu neočekivanih otkrića uzročnika infektivnih bolesti i predstavljanjem empirijski kalibriranog modela komunikacije unutar istraživačkih timova. Disertacija se bavi načinom zaključvanjem u fizici visokih energija i biologiji.

Vlasta Sikimić koristi kvantitativne podatke u pogledu veličine timova, njihove strkture i broja citata iz laboratorije Fermilab da bi utvrdila koji su parametri povezani sa efikasnošću projekata u fizici visokih energija. Ona razmatra dostupnost podataka, njihovo prikupljanje i upotrebu. Povrh toga, disertacija sadrži temeljnu evaluaciju izučavanih parametara: upotreba citiranosti je podržana relativno pravilnom induktivnom prirodom istraživanja u fizici visokih energija. Ova diskusija se takođe koristi prilikom određivanja koliko je citiranost podobna mera za analize u drugim oblastima kao što je eksperimentalna biologija

Uz pomoć algoritama za mašinsko učenje, kandidatkinja je tokom zajedničkog istraživanja, ustanovila da manji timovi u fizici visokih energija daju bolje rezultate od većih, kao i da u oblasti najverovatnije dolazi do epsitemičke saturacije nakon nekoliko godina od početka projekta. Nakon toga, duži projeti samo u retkim slučajevima uspevaju da objave značajne rezultate. Ipak, analize zasnovane na podacima ukazuju na to da istraživači nastavljaju da ulažu svoje vreme u neefikasne projekte. Iz tog razloga, autorka analizira psihološke mehanizme koji bi mogli da motivišu istraživače da ulažu u manje uspešne projekte.

Autorka tvrdi da samo nekoliko podoblasti eksperimentalne biologije poput filogenetike prati induktivne šablone, što kao rezultat ima brz i pouzdan konsenzus oko rezultata. Sa druge strane, biomedicinska istraživanja ne mogu biti lako evaluirana pomoću citata pošto se do koncenzusa ne dolazi ni brzo ni pouzdano. Stoga, da bi prepoznala izazove koji sprečavaju uočavanje okrića koja utiču na živote mnogih kao i odobrenje istih od strane naučne zajednice, autorka se okreće primerima iz istorije nauke. Konkretno, predstavljena su i analizirana tri okrića nagrađena Nobelovom nagradom.

U poslednjem koraku Vlasta Sikimić se osvrće na načine komunikacije u naučnim zajednicama pomoću formalnih modela baziranih na delatnicima. U disertaciji su grupne strukture u fizici visokih energija i eksperimentalnoj biologiji simulirane i komunikacija između grupa i podgrupa je posmatrana. Model reprodukuje rezultate opažene u podacima vođenim kvantitativnim analizama efikasnosti projekta u fizici visokih energija i kvalitativnim intervjuima sa biolozima. Stoga, u tezi se zalaže za empirijski kalibrirane modele bazirane na delatnicima kao korisan alat za simulaciju interakcija među naučnicima.

Osnovne hipoteze od kojih se polazi u radu

Istraživanje je smešteno u oblast socijalne epistemologije nauke i njegova osnovna hipoteza je da nakon upošljavanja metoda optimizacije u pomenutoj oblasti istraživačka grupa može sakupiti više znanja nego njeni članovi zasebno. Vlasta Sikimić stremi da pokaže kako na pitanja poput optimizacije istraživačke grupe treba odgovoriti pristupom zasnovanom na podacima. Tako ona koristi primere iz literature, računarske simulacije, naprednu analizu podataka i statističke alate. Sledeća važna hipoteza je da pristup zasnovan na podacima ima svoja ograničenja. Tačnije, kandidatkinja tvrdi da citiranost i njeno merenje

nisu jednako pouzdana mera efikasnosti u svim naučnim disciplinama. U slučaju istraživanja na polju fizike visokih energija, postoje relativno utvrđena ponašanja i obrasci citiranja, te citiranja mogu oslikavati epistemički uspeh, što, kako kandidatkinja navodi, nije slučaj u drugim oblastima poput botanike ili otkrića nekih patogena. U ovim oblastima konvergencija ka istini je relativno nestabilna, zbog čega se prilikom analize socijalnog epistemičkog ponašanja u ovim oblastima, kandidatkinja okreće studijama slučaja. Konačno, iako se zalaže za hipotezu o javno dostupnoj nauci kao epistemički stimulativnu za naučnu zajednicu, ona navodi moguće pristrasnosti koje se mogu javiti prilikom neadekvatne sistematizacije, te obrade i upotrebe podataka.

Prikaz sadržaja po poglavljima

U prvom poglavlju predstavljen je pristup vođen podacima optimizaciji naučnog rasuđivanja, te je povezan sa pitanjima socijalne epistemologije u nauci. U drugom poglavlju predstavljena je paralela između hipotetičkog pristupa i pristupa vođenog podacima u formalnoj filozofiji. Autorka detaljnije razmatra prikupljanje i sistematizaciju podataka o naučnim projektima u svrhu optimizacija rezultata naučnika kao celine. U trećem poglavlju predstavljena je studija slučaja u kojoj su korišćene tehnike za analizu velikog broja podataka kako bi se utvrdila optimalna struktura tima u laboratoriji za fiziku visokih energija - *Fermilab*. Rezultati su pokazali da istraživačke grupe podeljene u manje timove daju bolje rezultate od velikih grupa. Takođe je izložen razlog zbog kojeg je istraživanje u oblasti fizike visokih čestica pogodno za analizu vođenu podacima. Ovo poglavlje je bazirano na dva koautorska istraživačka projekta na kojima je kandidatkinja učestvovala tokom doktorskih studija.

U četvrtom poglavlju pod naslovom Investicije u fiziku visokih energija i problem zaustavljanja pitanje postoji li tačka epistemičkog zasićenja prilikom istraživanja u oblasti fizike visokih energija posle koje dalja ulaganja u istraživanje sve manje obećavaju. U tu svrhu priložena je statistička analiza podataka prikupljenih u Fermilabu. Ova analiza je takođe rezultat zajedničkog rada koautorskog istraživanja kandidatkinje i ukazuje na to da tačka epistemičke saturacije zaista možda postoji. U petom poglavlju kandidatkinja, sa ostalim autorima, iznosi argumentaciju zašto većina istraživanja iz oblasti biologije ne bi bila dobar kandidat za evaluacije zasnovane na podacima, zbog činjenice da otkrića u oblasti prate nepravilne šeme.

Model za optimalni sastav istraživačkih timova u fizici visokih energija, koji je inspirisan podacima i baziran na delatnicima, prikazan je u šestom poglavlju. U ovom poglavlju, koristeći kompjuterske simulacije, kandidatkinja pokazuje da manje grupe brže dolaze do konsenzusa. Takođe, istim metodom, kandidatkinja ukazuje na prednosti podele posla u modelima koji su konstruisani da predstavljaju istraživačke grupe u eksperimentalnoj biologiji. Šabloni razmene argumenata u tri biološke studije slučaja analizirani su u sedmom poglavlju, drugačije od dosadašnjih istraživanja, pomoću pristupa vođenih podacima u okviru socijalne epistemologije nauke. U osmom poglavlju prikazane su prednosti i ograničenja pristupa vođenih podacima. Kandidatkinja se zalaže za izniman pristup zasnovan na podacima u svakoj naučnoj oblasti, ali insistira na privatnosti individualnih podataka istraživača. U poslednjem poglavlju sažeti su rezultati disertacije i predlozi daljih istraživanja na ovu temu.

Ostvareni rezultati i naučni doprinos disertacije

U pogledu teorijske analize, kandidatkinja u disertaciji zastupa pristup zasnovan na podacima, kada je reč o pitanjima optimizacija u okviru socijalne epistemologije nauke. Rezultati su pokazali da su u fizici visokih energija manji timovi efikasniji od velikih. Ovi rezultati su dobijeni putem empirijski kalibriranih modela, koji su rezultat individualnog i neobjavljenog istraživanja kandidatkinje, kao i putem tehnika za obradu velikog broja podataka, koje su sprovedene u zajedničkom istraživanju, kog je kandidatkinja bila deo. Pored toga, kandidatkinja iznosi argumente u prilog tome da su istraživačke grupe u biologiji koje imaju nekoliko hijerarhijskih slojeva, tj. grupe u kojima postoji podela posla, dolaze do konsenzusa brže od centralizovanih grupa. Takođe, iz tehničke perspektive, pomoću statističkih metoda kandidatkinja argumentuje u prilog tezi da postoji tendencija da nakon tačke epistemičke saturacije, dalja istraživanja u oblasti fizike visokih energija postaju manje obećavajuća.

U disertaciji, se pokazuje da citiranost nije jednako pouzdana mera uspeha u različitim naučnim disciplinama. U slučaju fizike visokih energija, kandidatkinja, oslanjajući se na zajednički rad sa svojim mentorom, pruža argumente u prilog tome da je citiranost dobra aproksimacija efikasnosti zbog regularnosti koje postoje u oblasti. Sa druge strane, kada je reč o eksperimentalnoj biologiji, kandidatkinja pruža protivprimere ovoj tezi i ne smatra oblast podobnom za pristup zasnovan na podacima koji bi se oslanjao na broj citata.

Koristeći analizu slučajeva u pogledu razmene argumenata, Vlasta Sikimić analizira tri otkrića patogena koja nisu imala regularnu šemu. Ona zastupa tezu da su kognitivna raznovrsnost kao i istraživanje manje obećavajućih hipoteza korisni za biologiju kao oblast. Takođe, u disertaciji, kandidatkinja pruža uvodnu diskusiju prednosti i ograničenja pristupa zasnovanim na podacima kada je reč o optimizaciji naučnog istraživanja.

Zaključak

Na osnovu uvida u doktorsku disertaciju Vlaste Sikimić pod naslovom *Optimizacija zaključivanja u nauci: pristup zasnovan na podacima* može se konstatovati da disertacija ispunjava sve neophodne formalne zahteve. Takođe, ona zadovoljava i sadržinske zahteve koji se odnose na temeljnu obradu postavljene teme, na primerenost metoda u prisupu razmatranoj problematike, kao i na poznavanje i korišćenje relevantne literature. Disertacija donosi i nove uvide u oblasti socijalne epistemologije nauke. Na osnovu svih karakteristika doktorske disertacije Vlaste Sikimić možemo da zaključimo da rad predstavlja originalno naučno delo i zato predlažemo Nastavno–naučnom veću Filozofskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu da donese odluku kojom se kandidatkinji odobrava usmena odbrana disertacije.

U Beogradu, 25.02.2019.

Komisija:

Dr Slobodan Perović (mentor)
vanredni profesor

Dr Miloš Adžić, docent

Prof. dr Kevin J. S. Zollman
vanredni profesor Karnegi Melon univerziteta
(Kevin J.S. Zollman, associate professor Department of Philosophy at Carnegie Mellon University)