

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФИЛОЗОФСКИ ФАКУЛТЕТ
ДС/ВМ 05/4-02 бр. 370/1-ХП/5
23.2.2017. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
ДРУШТВЕНО-ХУМАНИСТИЧКИХ НАУКА

Наставно-научно веће Филозофског факултета у Београду на својој Х редовној седници, одржаној 23.2.2017. године – на основу чл. 231. став 1. алинеја 15. и 16. и члана 278. Статута Факултета, прихватило је Извештај Комисије за докторске студије с предлогом теме за докторску дисертацију: ОПТИМИЗАЦИЈА ЗАКЉУЧИВАЊА У НАУЦИ: ПРИСТУП ЗАСНОВАН НА ПОДАЦИМА, докторанда Власте Сикимића.

За ментора је одређен проф. др Слободан Перовић.

Доставити:

1х Универзитету у Београду
1х Стручном сараднику за
докторске дисертације
1х Шефу Одсека за правне послове
1х Архиви

ПРЕДСЕДНИК ВЕЋА

Проф. др Војислав Јелић

Факултет	Филозофски	УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
04/1-2 бр. 6/237		Веће научних области друштвено-хуманистичких наука
28.02.2017.	(број захтева)	(Назив већа научних области коме се захтев упућује)
	(датум)	

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду («Гласник Универзитета», бр. 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

Оптимизација закључивања у науци: приступ заснован на подацима

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Филозофија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Власта(Јован) Сикимић

Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Филозофски факултет,
Универзитет у Београду,
Чика Љубина 18-20

Година 2011. дипломирања:

Назив мастер рада кандидата:

Towards a Proof-Theoretic Semantics for Dynamic Logics

Назив факултета на коме је мастер рад одбрањена: Универзитет у Амстердаму

Година одбране мастер рада: 2013.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

на седници 23.02.2017. одржаној

размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

	ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
	<u>Проф. др Војислав Јелић</u>

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Власту Сикимић

Име и презиме ментора: Проф. др Слободан Перовић

Звање: Ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1.
 - "Experimenter's Regress Argument, Empiricism, And the Calibration of the Large Hadron Collider," *Synthese*, forthcoming. AHCI

2.
 - "Optimal Research Team Composition: Data Envelopment Analysis of Fermilab Experiments" (with S. Radovanovic, V. Sikimic and A. Berber), *Scientometrics*, Vol. 108, Issue 1, pp 83-111, 2016. SCI

3.
 - "Emergence of Complementarity and the Baconian Roots of Niels Bohr's Method," *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 44 (3): 162-173, 2013. AHCI

4.
 - "Fine-Tuning Nativism: 'Nurtured Nature' and Innate Cognitive Structures" (with L. Radenovic), *Phenomenology and the Cognitive*

5. • “Gene’s Action and Reciprocal Causation” (with Paul-Antoine Miquel), *Foundations of Science*, Vol. 16, February 1, 31-46, 2011. SCI
-

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, ANCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, ANCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.

проф. др Војислав Јелић

Obrazloženje predloga teme doktorske disertacije

**Optimizacija zaključivanja u nauci:
pristup zasnovan na podacima**

*eng: Optimization of scientific reasoning:
a data-driven approach*

Kandidatkinja:

Mentor:

**M.Sci. Vlasta Sikimić
Perović**

prof. dr Slobodan

Filozofski fakultet

Univerzitet u Beogradu
Odeljenje za filozofiju

Novembar 2016. godine

Sadržaj

Predmet istraživanja.....	7
Cilj istraživanja	15
Osnovne hipoteze	17
Struktura istraživanja	18
Uvod	18
Formalni modeli za optimizaciju resursa u nauci	19
Optimizacija resursa u okviru projekta: slučaj fizike visokih energija.....	20
Praktične i teorijske posledice dostupnosti podataka	21
Argumentacija u nauci: biologija i neparsimonična objašnjenja	23
Zaključak.....	24
Metodologija.....	25
Predložena literatura	26

Predmet istraživanja

Istraživanje je pozicionirano u okviru socijalne epistemologije nauke i bavi se savremenim metodama zasnovanim na analizi samih podataka o naučnoj zajednici i njenim rezultatima. Pritom, imaćemo u vidu prirodne nauke. Predmet našeg istraživanja biće optimizacija resursa u nauci, pre svega sazajnih subjekata, sa ciljem postizanja najboljih mogućih naučnih rezultata. Ovako postavljeno istraživanje ima za cilj ukazivanje na ispravnu raspodelu resursa u naučnoj zajednici.

Predloženo istraživanje se odnosi na rezultate naučne zajednice kao celine, a ne rezultate pojedinačnih naučnika. Zbog toga je ono u domenu socijalne epistemologije nauke. Za razliku od tradicionalne epistemologije koja se bavi mogućnošću saznanja pojedinca, socijalna epistemologija nauke se bavi optimizacijom sazajnog procesa u naučnoj zajednici (Goldman & Blanchard 2016). Opšta pretpostavka socijalne epistemologije jeste da pravilnim delovanjem na zajednicu sazajnih subjekata, odnosno optimizacijom zajednice, kao i adekvatnom procedurom agregacije verovanja pojedinaca, grupa dolazi do saznanja koje je pouzdanije od pojedinačnog znanja svakog eksperta u toj zajednici (Surowiecki 2004). Predmet našeg istraživanja biće upravo optimizacija koja dovodi do maksimizacije znanja grupe naučnika.

Tradicionalna epistemologija se prvenstveno fokusira na formulisanje kriterijuma za znanje individualnog sazajnog subjekta, razumevanje opravdanja i formiranje verovanja. Sa druge strane, osnovni predmeti socijalne epistemologije jesu evaluacija evidencije koja dolazi od grupe delatnika, evaluacija znanja i verovanja koja grupa

ostvaruje kao celina i ocenjivanje celokupnih epistemičkih sistema, kao što su naučne zajednice ili biračko telo u demokratski uređenim državama (Goldman & Blanchard 2016).

Kada je reč o vrednovanju svedočanstva i odmeravanju evidencije koju saznajni subjekti poseduju, socijalna epistemologija proučava ona svedočanstva koja dolaze od drugih ljudi – eksperata ili laika, za razliku od tradicionalne epistemologije koju zanimaju svedočanstva dobijena introspekcijom, čulima ili individualnim zaključivanjem. Kada razmatramo svedočanstva drugih u okviru socijalne epistemologije, zanima nas kako prepoznati eksperta i kako pristupiti situaciji u kojoj dva eksperta formiraju različita verovanja na osnovu iste evidencije.

Takođe, značajna pitanja u socijalnoj epistemologiji vezana su za prirodu saznanja grupe delatnika, te se socijalna epistemologija bavi problemima agregacije znanja i verovanja unutar grupe. Smatra se da je potencijalno znanje grupe uvek veće od pojedinačnog znanja svakog člana grupe (Surowiecki 2004). Različiti članovi grupe poseduju različite privatne informacije. Međutim, u zavisnosti od načina agregacije njihovih privatnih informacija znanje grupe će ili dostići svoj potencijalni maksimum ili će biti ispod njega. Jedan od primera nepravilne agregacije informacija jeste zapadanje u informacionu kaskadu. Informaciona kaskada nastaje kada saznajni subjekti ignorišu sopstvenu evidenciju i povode se za predikcijama drugih. Na primer, ukoliko je formiranje visoke cene nekog proizvoda uslovljeno isključivo cenama koje ostali prodavci postavljaju iako se proizvod uopšte ne kupuje te nijedan od prodavaca ne postiže zaradu, onda je u pitanju informaciona kaskada. Takođe, kao čest primer informacione kaskade navodi se operacija odstranjivanja krajnika koja je masovno vršena

sredinom 20. veka (Bikhchandani et al. 1998). Za ove operacije se danas smatra da su uglavnom činjene bez adekvatnih medicinskih razloga i sa upitnim rezultatima. Međutim, njihov broj je varirao od područja do područja. Veća učestalost – čak za nekoliko puta – ove operacije na određenim područjima objašnjava se razlikama u medicinskom stavu koji nije bio zasnovan na informacijama vrhunskih medicinskih stručnjaka i njihovih dostignuća, već je ova učestalost bila posledica zapadanja u informacione kaskade zbog mišljenja koje je preovladavalo u određenom regionu (Bikhchandani et al. 1998). Ispravljanje ovakvih grešaka u zaključivanju leži u pravilnom definisanju komunikacije među članovima grupe. Ova komunikacija bi trebalo da se sastoji od iznošenja sopstvene evidencije ili evidencije adekvatnih autoriteta, dok se predviđanje, odnosno zauzimanje stava, sme vršiti tek nakon upoređivanja evidencije u okviru grupe (Balta et al. 2013). Fenomen informacionih kaskada je veoma prisutan u savremenom protoku informacija putem interneta, kao i globalnim ekonomskim trendovima. Zbog toga je njihovo izbegavanje značajna tema u interdisciplinarnim istraživanjima kao što su (Hendricks & Hansen 2014 & 2016).

Konačno, u širem smislu, savremena socijalna epistemologija bavi se fluktuacijom znanja unutar institucija ili složenijih sistema saznavnih subjekata. Ti sistemi mogu biti grupe naučnika, biračko telo u demokratskim zemljama, ali i korisnici interneta koji razmenjuju različite informacije.

Socijalna epistemologija nauke, kao polje istraživanja unutar socijalne epistemologije, istražuje epistemičku korist od određene podele kognitivnog rada među naučnicima, njihove komunikacije ili ispravne agregacije znanja i verovanja naučnika.

Ograničenje komunikacije među istraživačima se pokazuje kao korisno kada je u pitanju pouzdanost epistemičkih procedura grupe.

Iako je iz perspektive individualnog naučnika uvek racionalno da svoje istraživanje usmeri na najverovatnije hipoteze, Filip Kičer (Kitcher 1990 & 1993) je pokazao da je iz perspektive naučne zajednice poželjno da određeni broj naučnika istražuje manje verovatne hipoteze. Za potkrepljenje ovih tvrdnji Kičer se poziva na primere iz istorije nauke. Nakon Kičera, u (Strevens 2003) je pokazano da je raznovrsnost u hipotezama, koje naučna zajednica ispituje, epistemički značajna. Takođe, u (Weisberg & Muldoon 2009) je pomoću kompjuterske simulacije pokazano da namerno biranje neistraženih i manje verovatnih hipoteza doprinosi rezultatima naučne zajednice. Konkretno, u (Weisberg & Muldoon 2009) se tvrdi da je populacija koja je sačinjena od naučnika koji istražuju u skladu sa postojećim tendencijama i poznatim rezultatima manje efikasna od populacije u kojoj pojedinačni naučnici rade nezavisno od mišljenja drugih naučnika. Takođe, grupa naučnika koji namerno biraju neistražene oblasti istraživanja daleko je efikasnija od prve dve grupe. Ipak, prema ovom istraživanju optimalna raspodela naučnika jeste grupa sačinjena od naučnika koji prate postojeće tendencije i manjeg broja naučnika koji istražuju smeke hipoteze.¹

Konačno, Kevin Zollman (Zollman 2007 & 2011) je pokazao da komunikacija između naučnika utiče i na brzinu postizanja konsenzusa među njima, ali i na optimizaciju naučnog saznanja grupe. On je kompjuterskim simulacijama pokazao da se u situaciji maksimalne razmene informacija među delatnicima najbrže dolazi do

¹ Ovi rezultati su kritički preispitani u (Alexander et al. 2015), gde se pokazalo da pod određenim okolnostima homogena populacija daju optimalne rezultate. Međutim, novi rezultati kritikuju određene izbore u konkretnoj simulaciji, a ne generalne zaključke o značaju diverziteta u pogledu istraživanja.

konsenzusa, ali nauštrb izučavanja hipoteza koje manje obećavaju, te potencijalno znanje do koga ovako povezana grupa naučnika dolazi nije maksimalno. Naprotiv, rezultati su pokazali da se u situaciji ograničene komunikacije postiže optimizacija potencijalnog znanja grupe. Dakle, Zolmanovi rezultati govore u prilog tezi da smanjenje komunikacije može korektivno delovati na grupu naučnika.

Sve prominentniji pristupi u socijalnoj epistemologiji nauke su pristupi zasnovani na kompjuterskim simulacijama i logičkim modelima, npr. (Weisberg & Muldoon 2009; Zollman 2007 & 2011; Kelly & Mayo-Wilson 2010; Baltag et al. 2013). Međutim, ovi modeli uglavnom nisu zasnovani na podacima. Inovativni pristup za koji se zalažem u tezi i celokupnom istraživanju insistira na neophodnosti zasnivanja modela za optimizaciju resursa u naučnoj zajednici na konkretnim podacima.

Dakle, okosnica mog teorijskog stava u predloženoj tezi jeste neophodnost baziranja ovakvih analiza na konkretnim podacima. Iako postoje dobri opšti argumenti koji govore o strukturiranju istraživačkih jedinica (Kitcher 1990; Zollman 2007; Kozłowski & Bell 2003), one se međusobno razlikuju upravo zato što ne važe ista pravila u svakoj naučnoj disciplini. Druga prednost analize bazirane na podacima jeste njena nedvosmislena interpretacija, tačnije potpuno je jasno na šta se ona odnosi. Na kraju, kada želimo da korektivno delujemo na neku praksu poželjno je da imamo precizno određenu i na podacima zasnovanu argumentaciju koja se može neposredno primeniti.

Kada govorimo o resursima u nauci imamo u vidu vremenska, finansijska i ljudska ulaganja u istraživanje. Ono što nas zanima jeste koji je idealni broj istraživača da bi rezultati jednog projekta bili efikasni. Takođe nas zanima kako strukturirati timove

koji zajedno rade na istom istraživačkom projektu ili koliko vremena je racionalno utrošiti na hipotezu koja "ne obećava".

Kroz disertaciju najpre ćemo evaluirati formalne modele, koji se tiču optimizacije resursa zarad maksimizacije znanja, a koji nisu zasnovani na podacima. Zatim ćemo se usredsrediti na analize zasnovane na podacima.

Što se tiče formalnih modela koji su zasnovani na hipotezama, a ne na konkretnim podacima, napravićemo njihovu uporednu analizu i ponuditi njihovu klasifikaciju. Iz modela zasnovanih na dinamičkim logikama (Baltag et al. 2011; Baltag et al. 2013), možemo zaključiti da menjanje verovanja, odnosno raznovrsnost verovanja unutar grupe doprinosi tačnosti saznanja koje grupa ostvaruje. Sa druge strane, kompjuterske simulacije zasnovane na hipotetičkim scenarijima (Zollman 2007 & 2011) pokazuju da ukoliko se smanji protok informacija među naučnicima oni dolaze do preciznijih saznanja. Kao objašnjenje ovog fenomena uzima se pretpostavka da u situaciji ograničene komunikacije naučnici nisu pod uticajem drugih naučnika već istražuju svoje ideje koje su na nivou grupe raznovrsnije. Već pri analizi formalnih modela zasnovanih na hipotezama susrećemo se sa dva različita tipa raznovrsnosti, jednog u pogledu sastavljanja naučnog tima od individua sa različitim predznanjima i sposobnostima, i drugog u pogledu ograničavanja komunikacije unutar tima, ali i među timovima. Dakle, ove opšte odrednice daju generalne argumente oko optimizacije u nauci. Međutim pitanje njihove primene na konkretne slučajeve nije jednoznačno određeno, te njihov domet nije precizno omeđen. Iz ovog razloga mi se opredeljujemo za modele koji su zasnovani na podacima.

Istraživanje zasnovano na podacima će predstavljati centralni deo disertacije, biće bazirano na podacima iz prirodnih nauka i to na podacima o konkretnim sprovedenim savremenim i modernim eksperimentima. Još specifičnije, istraživanje smo ograničili na razmatranja u oblasti savremene eksperimentalne fizike i molekularne biologije. Razlozi za ovaj izbor su višestruki. Treba imati u vidu da se eksperimentalna fizika visokih energija u najvećoj meri finansira iz javnih – državnih ili međudržavnih – budžeta. Takođe, iako se u industriji rade istraživanja u oblasti molekularne biologije, rezultati koji se publikuju u časopisima su mahom finansirani od strane naučnih institucija o čemu zaključujemo na osnovu afilijacije autora. Predmet našeg interesovanja jeste savremena eksperimentalna nauka i to ona koja se mahom finansira iz javnih budžeta, jer je upravo to područje u kome je ispravna politika finansiranja naučnih projekata od presudnog značaja za razvoj nauke. Jedan od naših ciljeva jeste da dođemo do korektivnih sugestija u pogledu finansiranja nauke i strukturiranja naučnih jedinica. Pored toga, želimo da ponudimo metode koje mogu biti primenjivane za dalje analize podataka i argumenata u nauci. Na ovaj način se optimizuje naučno zaključivanje.

Za pristupanje ovim dvema odabranim naukama koristimo različite pristupe socijalne epistemologije iz razloga inherentnih datim naukama. Kada je u pitanju eksperimentalna fizika visokih energija, zajednica fizičara rezultate prihvata relativno brzo i sa opštim konsenzusom. Takođe, retko dolazi do revizije nekog prihvaćenog rezultata. To praktično znači da je citiranost relativno pouzdana mera uspešnosti rezultata istraživanja u ovoj oblasti. Zbog toga je ova naučna oblast podobna za analize podataka

koje uspešnost rezultata nekog projekta zasnivaju na citiranosti rezultata datog projekta.² S obzirom na ogromna finansijska sredstva koja se ulažu u fiziku visokih energija, važno pitanje jeste kako ove finansijske resurse optimalno rasporediti unutar ove naučne oblasti sa ciljem maksimizacije naučnih rezultata. Da bismo se približili odgovoru na to pitanje, predstavimo i analizirati statističke podatke o uspešnosti eksperimenata, kao i rezultate dobijene analizom velikog broja podataka, tačnije DEA analizom urađenom u (Perović et al. 2016) na podacima iz laboratorije Fermilab. Ovi rezultati su informativni u pogledu optimalnog načina za formiranje timova u eksperimentima u fizici i ilustruju prednosti pristupa zasnovanih na podacima, pre svega u pogledu njihove primenljivosti.

Molekularna biologija, sa druge strane, ima mnogo uzbudljiviji karakter kada je reč o tačnosti rezultata. Neretko upravo pogrešni, odnosno nereplikabilni rezultati dobijaju visoku citiranost (Pusztai et al. 2013). Stoga molekularna biologija nije pogodna za analize zasnovane na podacima koje ocenjuju uspešnost projekata prema citiranosti. Međutim, postoji jedna specifičnost molekularne biologije podobna za analizu, a to je da najjednostavnije objašnjenje nije uvek adekvatno. Kao primer neparsimoničnosti najčešće se koriste mutacije koje posreduju prelaze iz jedne nukleobaze u drugu. Dakle, ključno pitanje jeste koliko resursa investirati u istraživanje hipoteze koja "ne obećava" jer se ne slaže sa principom najjednostavnijeg objašnjenja. Ovo pitanje se može formulisati i na drugačiji način, odnosno - kada stati sa projektom koji ne daje očekivane jednostavne rezultate. Za ovaj problem ponudićemo argumentativni okvir u duhu Dungove teorije (Dung 1995) kojim će formalno biti predstavljena razmena argumenata do postizanja konsenzusa u molekularnoj biologiji. Posebno će nas zanimati svojstva argumenata u

² Do odstupanja dolazi kada npr. neki autor odbije da bude potpisan na objavljenom radu, a učestvovao je u istraživanju na kome se rad zasniva.

kojima su neparsimonične hipoteze pobedile dogme koje su predstavljale opšta objašnjenja. Biće pokušana ekstrapolacija zajedničkih svojstava ovih argumenata.

Na kraju, iako superioran, metod zasnovan na podacima zahtevniji je od onog zasnovanog na hipotezama, zbog neophodnosti prikupljanja i sistematizacije podataka, kao i odlučivanja kome i u kom vidu će oni biti dostupni. Dok se prikupljanje podataka uveliko vrši od strane javnih finansijera kao što su Evropska komisija ili Nemačka istraživačka zajednica (DFG), sistematizacija prikupljenih podataka predstavlja izazov. Smatramo da je neophodno podatke sistematizovati u skladu sa pravilima i praksom konkretne naučne oblasti. Ovo je važno, jer npr. jedan uspešan rad iz oblasti filozofije neće imati ni približno mnogo citata kao jedan uspešan rad iz biologije. Što se pak tiče dostupnosti podataka, ona predstavlja svojevrsan etički problem. Sa jedne strane, ona se može smatrati obavezom javnih finansijera, sa druge strane lični podaci naučnika na taj način mogu biti zloupotrebljeni. Iz ovih razloga, založićemo se za transparentnu politiku koja štiti lične podatke pretvarajući ih u kodove.

Cilj istraživanja

Centralno pitanje ovog istraživanja jeste kako optimizovati naučno zaključivanje. Istraživanja u savremenim prirodnim naukama se odvijaju u manjim ili većim timovima čija optimizacija bitno utiče na rezultate konkretnog istraživanja.

Cilj istraživanja je višestruk. Pre svega želimo da pokažemo značaj korišćenja konkretnih podataka o naučnom istraživanju pri evaluaciji naučnih projekata, ali i predviđanja njihove uspešnosti, kao i pri analizi konkretnog naučnog rezultata, jednom

rečju: značaj korišćenja konkretnih podataka o naučnom istraživanju pri kreiranju naučne politike. Opšti argumenti bazirani na hipotezama su prisutni u socijalnoj epistemologiji nauke. Međutim, na konkretne probleme, kao što je problem optimalne strukture tima, neophodno je dati precizne odgovore. Našim pristupom želimo da ponudimo teorijske i praktične odgovore na pitanje šta bi pospešilo rad jedne savremene laboratorije u fizici. Još važnije, biće razmatrani i evaluirani uticaji različitih modela finansiranja – jedne velike, naspram više manjih istraživačkih jedinica – na razvoj savremene eksperimentalne fizike.

Zatim ukazujemo na praktične posledice pristupa baziranog na podacima. Na primer, prikupljanje i dostupnost podataka o naučnim projektima, kao što su uspešnost projekta, sredstva izdvojena za njega, broj učesnika itd., nije jednostavan, već zahteva organizaciju i klasifikaciju prikupljenih podataka. Sa druge strane, postoji etička dilema da li te podatke treba učiniti dostupnim i u kojoj meri, zbog mogućih konsekvenci na karijere istraživača koji su vodili neuspešne projekte. Međutim, treba imati u vidu značaj vođenja transparentne politike u pogledu finansiranja naučnih istraživanja, za njeno unapređenje.

U pogledu prihvatanju naučnih zaključaka unutar naučne zajednice, želimo da ponudimo model za opisivanje argumentacije koja vodi konsenzusu na primeru molekularne biologije. Model smo, u skladu sa našim generalnim pristupom oslanjanja na podatke specifične za oblast, ograničili na polje molekularne biologije, jer druge naučne oblasti mogu ispoljiti drugačije ponašanje. Osim boljeg razumevanja argumentativnih tokova u molekularnoj biologiji, model bi trebalo da nas uputi u kojim slučajevima i

koliko dugo je racionalno istraživati hipoteza koje “ne obećavaju”, jer se kose sa objašnjenjima koja fenomen opisuju na jednostavniji način.

Predloženo istraživanje bi trebalo da ponudi teorijske pristupe, ali i praktične odgovore na pitanja optimizacije, pre svega ljudskih resursa u savremenim prirodnim naukama. Kao što vidimo, krajni domet našeg istraživanja jeste predlaganje smernica od značaja za naučnu politiku.

Osnovne hipoteze

Naša osnovna hipoteza, odnosno ona od koje polazimo, jeste da optimizaciji zaključivanja u savremenoj eksperimentalnoj nauci treba pristupiti iz perspektive maksimizacije znanja grupe. To znači da nas zanima ne kako naučnik kao pojedinac dolazi do otkrića, već koji to mehanizmi povećavaju verovatnoću da naučna zajednica kao celina dolazi do otkrića. Dakle, posmatrajući naučnu zajednicu kao celinu, želimo da ponudimo odgovore na pitanja kao što su - optimalna raspodela ljudskih resursa, pravilno struktuiranje projekata, odnosno - koliko je potrebno ulagati u pojedine smeke hipoteze.

Takođe, polazeći od hipotetičkih modela koji pokazuju optimalnu raspodelu resursa u naučnim timovima (Zollman 2007 & 2010; Baltag et al. 2011) želimo da pokažemo da je pristup zasnovan na podacima superiorniji, kada je reč o analizi ponašanja i korektivnom delovanju na naučne jedinice. Dakle, naša druga značajna hipoteza jeste da upravo selekcijom, klasifikacijom i analizom podataka možemo dati adekvatne odgovore na pitanje optimizacije istraživačkih jedinica.

Treća osnovna hipoteza jeste da u biologiji postoje neparsimonična objašnjenja, odnosno objašnjenja koja krše princip najjednostavnijeg i opšteg objašnjenja kao onog

koje je adekvatno. Zbog toga ćemo ponuditi model za analizu takvih slučajeva zasnovan na podacima koji bi trebalo da bude od pomoći prilikom odlučivanja o ulaganju u ideje koje krše princip Okamove britke, tj. zakon parsimoničnosti u oblasti molekularne biologije.

Struktura istraživanja

Istraživanje je podeljeno po poglavljima na sledeće tematske celine:

- Uvod;
- Formalni modeli za optimizaciju resursa;
- Optimizacija resursa u okviru projekta: slučaj fizike visokih energija;
- Praktične i teorijske posledice dostupnosti podataka;
- Argumentacija u nauci: biologija i neparsimonična objašnjenja;
- Zaključak.

Uvod

U uvodnom delu disertacije, postavimo predmet istraživanja u okvir socijalne epistemologije nauke (Kitcher 1990; Zollman 2007 & 2010). Nakon pomeranja težišta primenjene epistemologije sa znanja koje se pripisuje pojedincu na ispitivanje sticanja znanja u okviru grupe, usledilo je interesovanje za istraživanje dinamike grupe. Tvrdimo da socijalna epistemologija nauke, kao obećavajuća oblast filozofije, zahteva upotrebu znanja iz računarstva, psihologije i logike. Prvo, kada je računarstvo u pitanju, Zollman (Zollman 2010) je prvi koristio kompjuterske simulacije zasnovane na hipotezama za dolazak do zajedničkog znanja u nauci, dok su Slobodan Perović i ostali (2016) koristili

simulaciju zasnovanu na podacima u oblasti filozofije fizike. Drugo, psihološko istraživanje informacionih kaskada i pluralističkog neznanja predstavlja okosnicu u izučavanju znanja grupe, kako u filozofiji politike tako i u filozofiji nauke (Hendricks & Hansen 2014).

Neposredni značaj ovih istraživanja jeste uticaj na organizaciju naučnih jedinica, ali i naučnu politiku na višem nivou. Pošto situiramo naše istraživanje u okvir socijalne epistemologije nauke, predstavimo organizaciju disertacije po poglavljima.

Formalni modeli za optimizaciju resursa u nauci

U ovom poglavlju napravićemo pregled formalnih modela u filozofiji nauke baziranih na hipotetičkim scenarijima, kao što su oni zasnovani na dinamičkim logikama (Baltag et al. 2011, Baltag et al. 2013). Ovi modeli pokazuju da namerno menjanje verovanja kod istraživača doprinosi *virtuelnom znanju* grupe, odnosno znanju koje će grupa ostvariti kao celina (Baltag et al. 2011). Autori smatraju da objašnjenje činjenice da menjanje mišljenja doprinosi povećanju virtuelnog znanja leži u izbegavanju informacionih kaskada, odnosno grešaka u zaključivanju do kojih dolazi kada se jedno verovanje izabere bez racionalne osnove, a zbog činjenice da ga je izabrao drugi član grupe ili više njih (Baltag et al. 2013).

Osim namernog menjanja verovanja, i ograničavanje komunikacije u grupi može doprineti verodostojnosti saznanja koje grupa ostvaruje kao celina. O ovom fenomenu govore Zolmanovi modeli (Zollman 2007, 2010). Naime, oni pokazuju da veća povezanost doprinosi brzini postizanja konsenzusa u grupi, nauštrb tačnosti saznanja do

koga grupa dolazi. Sa druge strane, grupe koje međusobno razmenjuju ograničen, mali broj informacija dolaze do pouzdanijeg saznanja iako će im za to biti potrebno duže vremena.

Uopšte uzev, ovakvi modeli se bave uticajem raznovrsnosti u nauci. Preliminarno možemo zaključiti da postoje dva načina za postizanje raznovrsnosti relevantne za maksimizaciju znanja grupe. Prvi se tiče raznovrsnosti u obrazovanju, predznanju i iskustvu, dok se drugi tiče povezanosti i razmeni informacija unutar tima (Perović et al. 2016). Putem oba ova načina može se korektivno delovati na strukturu naučnog tima.

Cilj ovog poglavlja jeste uporedna analiza različitih formalnih modela, njihova evaluacija i izvođenje teorijskih zaključaka iz te analize. Takođe, želimo da ispitamo kako se fenomen robusnosti, koji govori o otpornosti nekog sistema na lažne informacije (Page 2011) ponaša u Zolmanovim modelima. Kako ovi pristupi mahom nisu zasnovani na konkretnim naučnim scenarijima, pokazaćemo da pružaju dobre generalne teorijske smernice kada je reč o optimizaciji naučnog rada.

Optimizacija resursa u okviru projekta: slučaj fizike visokih energija

Kada je reč o fizici visokih energija, podaci o eksperimentima su učinjeni javno dostupnim pomoću INSPIRE-Hep platforme. Ovo otvara mogućnost njihove analize, ali i korektivnog delovanja kada je u pitanju optimizacija resursa u fizici, a sve sa ciljem maksimizacije naučnog saznanja.

Cilj ovog poglavlja jeste da prikaže metode prediktivne statističke analize kao i DEA analize primenjene na konkretne slučajeve iz fizike, čiji su podaci dostupni preko

INSPIRE-Hep platforme. Konkretno, predstavimo rezultate iz (Perović et al. 2016) koji ukazuju na to da su manji timovi u ovom domenu efikasniji i produktivniji. Argumentovaćemo zašto je upravo savremena eksperimentalna fizika pogodna za ovaj tip istraživanja. Jedan od razloga za ovo jeste činjenica da je konsenzus oko rezultata relativno pouzdana merna jedinica u savremenoj fizici.

Na kraju, ukazaćemo na ono što smatramo za put ka optimalnom modelu finansiranja fizike visokih energija. Ove smernice se tiču finansiranja većeg broja manjih timova i zasnovane su upravo na analizi baziranoj na podacima (Perović et al. 2016). Ono što je bitno naglasiti, jeste da je ovaj predlog u koliziji sa postojećim modelom finansiranja u savremenoj fizici koji favorizuje grupisanje izrazito velikog broja istraživača na jednom eksperimentu, kao i izdvajanje značajnih materijalnih sredstava isključivo za mali broj eksperimenata sa velikim brojem učesnika. Već na osnovu generalnih pouka koje izvlačimo iz analize formalnih modela koji su zasnovani na hipotetičkim scenarijima, možemo zaključiti da finansiranje malog broja eksperimenata sa velikim brojem učesnika smanjuje kognitivni diverzitet, pa samim tim i virtuelno znanje. Još snažniji argument protiv ovog modela finansiranja jesu statistički i podaci dobijeni DEA metodom budući da ukazuju na optimalan raspored resursa u konkretnim slučajevima u fizici visokih energija. Stoga, naš predlog pretenduje da deluje korektivno na ovakav pristup grupisanja projekata, kao i na sam model finansiranja.

Praktične i teorijske posledice dostupnosti podataka

Da bi analiza zasnovana na podacima, kao ona iz prethodnog poglavlja o fizici visokih energija, uopšte bila moguća, neophodno je prikupiti i sistematizovati podatke. Takođe, postavlja se pitanje dostupnosti tih podataka. Američka laboratorija za fiziku visokih energija, Fermilab svoje brižljivo sortirane podatke o projektima čini javno dostupnim putem interneta. To znači da svako može da se upozna sa listom predloga eksperimenata na Fermilabu, kako onim odbačenim tako i onim izvedenim. Međutim, nisu sve laboratorije toliko ažurne.

U ovom poglavlju postavice smernice za uspešnu selekciju i sistematizaciju podataka. Za uspešnu sistematizaciju podataka smatramo onu koja je podobna za dalje analize zasnovane na podacima. U ovoj sistematizaciji najveći izazov predstavlja rangiranje objavljenih radova po njihovoj uspešnosti. Smatramo da ovom ozbiljnom pitanju u naučnoj politici treba pristupiti iz perspektive specifične naučne discipline, jer u različitim naučnim disciplinama važe različita pravila, npr. koliku citiranost smatramo za uspeh ili kojim redom će autori naučnog rada biti navedeni zavisi od prakse u toj disciplini.

Takođe, postoji tenzija između onoga što je u teorijskom smislu idealna situacija i onoga što je u realnim okolnostima moguće, kao, na primer, činjenje dostupnim podataka o starijim projektima, sprovedenim u vreme kada se podaci nisu brižljivo sakupljali i skladištili. Kada je reč o sistematizacije rezultata starijih projekata, neophodno je imati u vidu i istraživački kontekst tog vremena.

Konačno, planiramo detaljno razmatranje normativnog aspekta činjenja ovakvih podataka dostupnim. Sa jedne strane, princip transparentnosti je od značaja za politiku koja se vodi prilikom javnog finansiranja nauke budući da i stručna i šira javnost treba da

budu upoznate sa dešavanjima u nauci. Sa druge strane, privatnost nekih istraživača može biti narušena javnim objavljivanjem njihovih rezultata – posebno onih neuspešnih – i resursa utrošenih na njih. Založićemo se za srednji put zaštite kroz kodiranje ličnih podataka, dok za sve ostale podatke smatramo da ih je neophodno učiniti javno dostupnim.

Argumentacija u nauci: biologija i neparsimonična objašnjenja

Naučna argumentacija, kao sofisticirani oblik argumentacije, predstavlja plodno tlo za formalne analize različitih strategija zaključivanja. Na primer, u (Šešelja & Straßer 2013) ponuđen je model za poređenje eksplanatorne snage rivalskih teorija.

S obzirom da je naš generalni pristup zasnovan na podacima o specifičnom polju naučnog istraživanja, ograničićemo se na analizu i ekstrapolaciju argumentativnih shema prisutnih u molekularnoj biologiji. Molekularna biologija je veoma pogodna za ovaj tip istraživanja, s obzirom da su njeni rezultati i hipoteze precizno definisani. S druge strane, razmena argumenata u molekularnoj biologiji je dinamična i kompleksna, npr. hipoteza koja u početku nije obećavala može da posle argumentativne razmene ipak bude prihvaćena. Takođe, u pojedinim slučajevima ova kompleksna razmena vodi zaključcima koji narušavaju zakon parsimoničnosti (lat. *lex parsimoniae*), takođe poznat u filozofskoj literaturi kao Okamova britka. To sve znači da analiza razmene argumenata u molekularnoj biologiji nije trivijalna.

U fokusu naše analize su dve dogme molekularne biologije i argumentativni procesi koji su doveli do njihovog obaranja. Prva dogma je tvrdila da samo DNK kodira genetski materijal, RNA ga prenosi, dok samo proteini imaju katalitičku funkciju; dok je

druga dogma tvrdila da je uzročnik svake infektivne bolesti neki organizam (Sapp 2003). Ove dve dogme su tokom godina bile opovrgnute hipotezama koje narušavaju Okamov princip.

Proces opovrgavanja ovih dogmi je bio dugačak i zahtevao ekstenzivne analize. U disertaciji ćemo predstaviti argumentativne procese opovrgavanja ovih dogmi u duhu Dungove teorije formalne argumentacije (Dung 1995). Ovakva analiza nam omogućava da prikazemo radikalno različito ponašanje naučnika kada je u pitanju prihvatanje teorija koje su u skladu sa ove dve dogme u odnosu na složenu argumentaciju koja je bila neophodna da bi se dogme dovele u pitanje.

Takođe, važna je činjenica da su za rezultate koji su opovrgli ove dogme, tj. za otkriće katalitičke funkcije RNA i priona kao uzročnika infekcija, dodeljene Nobelove nagrade što svedoči u prilog nesumnjivom značaju tih otkrića za molekularnu biologiju. Zaključujemo da je investiranje resursa – u konkretnim slučajevima prevashodno vremena istraživača, ali i drugih resursa – u ideje koje ne spadaju u najjednostavnija, odnosno opšta objašnjenja nekog fenomena, nužno za dolazak do adekvatnog naučnog saznanja.

Zaključak

Nakon sumiranja rezultata iz prethodnih poglavlja, tvrdićemo da naš pristup zasnovan na podacima vodi boljem razumevanju i rešavanju konkretnih problema koji nastaju u nauci. Naglasićemo uticaj koji optimizacija resursa ima na naučno zaključivanje i pozvati se na

primere iz prethodnih poglavlja. Preciznije rečeno, ponudićemo odgovor na pitanje kako optimalno strukturirati projekat u savremenoj eksperimentalnoj fizici. Takođe, ponudićemo metod za analizu argumenata u molekularnoj biologiji. Ovaj metod bi trebalo da bude informativan kada je u pitanju razmatranje racionalnosti istraživanja hipoteza koje krše Okamov princip.

Nastojaćemo da iz celokupnog istraživanja izvedemo smernice relevantne za naučnu politiku. Konačno, nabrojaćemo pitanja koja su ostala otvorena u disertaciji i izneti sugestije za dalje istraživanje.

Metodologija

U disertaciji ćemo se služiti različitim tipovima analize. Pojemna analiza će nam služiti za precizno definisanje pojmovnog okvira samog istraživanja. Još važnije, primenjivaćemo komparativnu analizu konkretnih slučajeva. U drugom poglavlju ćemo se prevashodno baviti komparativnom analizom različitih formalnih pristupa – modela i simulacija, za optimizaciju resursa u nauci, dok ćemo u petom poglavlju, koje se bavi argumentacijom u nauci, analizirati slučajeve u kojima su dve dogme molekularne biologije bile opovrgnute i kontrastirati ih sa prihvatanjem rezultata koji su bili u skladu sa dve dogme.

Takođe, planirano je da određeni aspekti statističke analize budu inkorporirani u rad. Važan deo istraživanja, odnosno celo treće poglavlje koje se bazira na podacima iz domena fizike visokih energija, predstavljaće obrada i interpretacija rezultata dobijenih kompjuterskim simulacijama i statističkim modelima.

Pored različitih tipova analize, koristićemo i modele za opisivanje ponašanja. Pored pomenutog statističkog modela, u radu ćemo koristiti metode formalne reprezentacije argumentativnih fenomena. Konkretno, u poglavlju o argumentaciji ponudićemo model zaključivanja u molekularnoj biologiji u duhu Dungove teorije formalne argumentacije (Dung 1995).

Predložena literatura

Abbasi, A., Hossain, L., Uddin, S., & Rasmussen, K. J. (2011). Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks: Multi-levels and cross-time analysis. *Scientometrics*, 89(2), 687–710.

Agasisti, T., & Johnes, G. (2015). Efficiency, costs, rankings and heterogeneity: The case of US higher education. *Studies in Higher Education*, 40(1), 60–82.

Agrell, A., & Gustafson, R. (1996). Innovation and creativity in work groups. In M. A. West (Ed.), *Handbook of work group psychology* (pp. 317–344). Chichester: Wiley.

Alexander, J. M., Himmelreich, J., & Thompson, C. (2015). Epistemic landscapes, optimal search, and the division of cognitive labor. *Philosophy of Science*, 82(3), 424–453.

Andrews, F. M. (Ed.). (1979). Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries. Cambridge: Cambridge University Press.

Baltag, A., Christoff, Z., Hansen, U. J., & Smets, S. (2013). Logical models of informational cascades, *Studies in Logic*, College Publications, London , Volume 47, pp.405-432.

Baltag, A., & Smets, S. (2011). Keep changing your beliefs, aiming for the truth. *Erkenntnis*, 75(2):255.

Bantel, K. A., & Jackson, S. E. (1989). Top management and innovations in banking: Does the demography of the top team make a difference? *Strategic Management Journal*, 10, 107–124.

Ben-Gal, I. (2005). Outlier detection. In O. Maimon & L. Rokach (Eds.), *Data mining and knowledge discovery handbook: A complete guide for practitioners and researchers* (pp. 131–146). Kluwer Academic Publishers/Springer.

Bikhchandani, S., Hirshleifer, D. & Welch, I. (1992). A theory of fads, fashion, custom, and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy*, 100(5):992–1026.

Bikhchandani, S., Hirshleifer, D. & Welch, I. (1998). Learning from the behavior of others: Conformity, fads, and informational cascades. *Journal of Economic Perspectives*, 12(3):151–170.

Boisot, M. (2011). *Collisions and collaboration: The organization of learning in the ATLAS experiment at the LHC*. Oxford: Oxford University Press.

Bonaccorsi, A., & Daraio, C. (2005). Exploring size and agglomeration effects on public research productivity. *Scientometrics*, 63(1), 87–120.

Brinkman, P. T., & Leslie, L. L. (1986). Economies of scale in higher education: Sixty years of research. *Review of Higher Education*, 10(1), 1–28.

Campion, M. A., Medsker, G. J., & Higgs, A. C. (1993). Relations between work group characteristics and effectiveness: Implications for designing effective work groups. *Personnel psychology*, 46(4), 823–847.

Carayol, N., & Matt, M. (2004). Does research organization influence academic production? Laboratory level evidence from a large European university. *Research Policy*, 33(8), 1081–1102.

Carayol, N., & Matt, M. (2006). Individual and collective determinants of academic scientists' productivity. *Information Economics and Policy*, 18(1), 55–72.

Carillo, M. R., Papagni, E., & Sapio, A. (2013). Do collaborations enhance the high-quality output of scientific institutions? Evidence from the Italian Research Assessment Exercise. *The Journal of Socio-Economics*, 47, 25–36.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.

Cialdini, R.B. (2001). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Cook, I., Grange, S., & Eyre-Walker, A. (2015). Research groups: How big should they be? *PeerJ*, 3, e989. doi:10.7717/peerj.989.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). *Handbook on data envelopment analysis* (Vol. 164). New York: Springer.

Dung P. M. (1995) On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*. 77: 321–358.

Salampasis & A. Matopoulos (Eds.), *Proceedings of the international conference on information and communication technologies for sustainable agri-production and environment* (HAICTA 2011), Skiathos, pp. 421–430.

Emrouznejad, A., Banker, R., Lopes, A. L. M., & de Almeida, M. R. (2014). Data envelopment analysis in the public sector. *Socio-Economic Planning Sciences*, 48(1), 2–3.

Fowler, J. H., & Aksnes, D. W. (2007). Does self-citation pay? *Scientometrics*, 72(3), 427–437.

Franklin, A. (1990). *Experiment, right or wrong*. Cambridge: Cambridge University Press.

Galison, P., & Hevly, B. W. (1992). *Big science: The growth of large-scale research*. Stanford: Stanford University Press.

Garfield, E., Sher, I. H., & Torpie, R. J. (1964). *The use of citation data in writing the history of science*. Philadelphia: The Institute for Scientific Information.

Goldman, A., & Blanchard, T., (2016). Social Epistemology, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), forthcoming URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/epistemology-social/>>.

Greenberg, D. S. (1999). *The politics of pure science*. Chicago: University of Chicago Press.

Hackman, J. R., & Vidmar, N. (1970). Effects of size and task type on group performance and member reactions. *Sociometry*, 33, 37–54.

He, F., Xu, X., Chen, R., & Zhang, N. (2015). Sensitivity and stability analysis in DEA with bounded uncertainty. *Optimization Letters*, 10(4), 1–16.

Heilbron, J. L., & Seidel, R. W. (1989). Lawrence and his laboratory: A history of the Lawrence Berkeley laboratory (Vol. 1). Berkeley: University of California Press.

Heinze, T., Shapira, P., Rogers, J. D., & Senker, J. M. (2009). Organizational and institutional influences on creativity in scientific research. *Research Policy*, 38(4), 610–623.

Hendricks V., & Hansen, P. (2014). *Infostorms: How to take information punches and save democracy*. New York: Copernicus Books/Springer.

Hendricks V., & Hansen, P. (2016). *Infostorms: Why do we 'like'? Explaining individual behavior on the social net*. New York: Copernicus Books/Springer Nature.

Hoddeson, L. (1997). *The rise of the standard model: A history of particle physics from 1964 to 1979*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hoddeson, L., Kolb, A. W., & Westfall, C. (2008). *Fermilab: Physics, the frontier, and megascience*. Chicago: University of Chicago Press.

Horta, H., & Lacy, T. A. (2011). How does size matter for science? Exploring the effects of research unit size on academics' scientific productivity and information exchange behaviors. *Science and Public Policy*, 38(6), 449–460.

Jackson, S. E. (1996). The consequences of diversity in multidisciplinary work teams. In M. A. West (Ed.), *Handbook of work group psychology* (pp. 53–76). Chichester: Wiley.

Katz, R. (1982). The effects of group longevity on project communication and performance. *Administrative Science Quarterly*, 27, 81–104.

Kelly, K. & Mayo-Wilson, C. (2010). Causal Conclusions that Flip Repeatedly and their Justification. In P. Gruenewald & P. Spirtes (Eds.), *Proceedings of the 26th Conference on Uncertainty and Artificial Intelligence* (pp. 277–286). AUAI Press.

Kimberly, J. R. (1981). Managerial innovation. In P. C. Nystrom & W. H. Starbuck (Eds.), *Handbook of organizational design: Adapting organizations to their environments* (pp. 4–104). Oxford: Oxford University Press.

Kitcher, P. (1990). The division of cognitive labor. *Journal of Philosophy*, 87(1), 5–22.

Kitcher, P. (1993). *The advancement of science*. New York: Oxford University Press.

Koetter, M., & Meesters, A. (2013). Effects of specification choices on efficiency in DEA and SFA. In *Efficiency and productivity growth: Modelling in the financial services industry*, pp. 215–236.

Kozlowski, S. W. J., & Bell, B. S. (2003). Work groups and teams in organizations. In W. C. Borman, D. R. Ilgen, & R. J. Klimoski (Eds.), *Handbook of psychology* (Vol. 12, pp. 333–375). New York: Industrial and Organizational Psychology.

Kozlowski, S. W. J., & Huls, B. M. (1986). Joint moderation of the relation between task complexity and job performance for engineers. *Journal of Applied Psychology*, 71, 196–202.

Kragh, H. (2002). *Quantum generations: A history of physics in the twentieth century*. Princeton: Princeton University Press.

MacRoberts, M. H., & MacRoberts, B. R. (1989). Problems of citation analysis: A critical review. *Journal of the American Society for Information Science*, 40, 342–349.

Martin, B. R., & Irvine, J. (1984). CERN: Past performance and future prospects: I. CERN's position in world high-energy physics. *Research Policy*, 13(4), 183–210.

Martin, B. R., & Irvine, J. (1985). Basic research in the East and West: A comparison of the scientific performance of high-energy physics accelerators. *Social Studies of Science*, 15(2), 293–341.

Martz, W. B., Vogel, D. R., & Nunamaker, J. F. (1992). Electronic meeting systems: Results from the field. *Decision Support Systems*, 8(2), 141–158.

Milojević, S. (2014). Principles of scientific research team formation and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(11), 3984–3989.

Nieva, V. F., Fleishman, E. A., & Reick, A. (1985). Team dimensions: Their identity, their measurement, and their relationships (Research Note 85–12). Washington, DC: U. S. Army, Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.

Olsen, D., & Simmons, A. (1996). The research versus teaching debate: Untangling the relationships. *New Directions for Institutional Research*, 1996(90), 31–39.

Olson, B. J., Parayitam, S., & Bao, Y. (2007). Strategic decision making: The effects of cognitive diversity, conflict, and trust on decision outcomes. *Journal of Management*, 33(2), 196–222.

Page, S. E. (2007). Making the difference: Applying a logic of diversity. *The Academy of Management Perspectives*, 21(4), 6–20.

Page, S. E. (2011). *Diversity and Complexity*. Princeton: Princeton University Press.

Perović, S. (2011). Missing experimental challenges to the Standard Model of particle physics. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 42(1), 32–42.

Perović, S., Radovanović, S., Sikimić, V., & Berber, A. Optimal research team composition: data envelopment analysis of Fermilab experiments. *Scientometrics*, 108(1):83–111, 2016.

Poulton, B. C. (1995). *Effective multidisciplinary teamwork in primary health care*. Unpublished doctoral thesis, Institute of Work Psychology, University of Sheffield, Sheffield, England.

Prusiner, S. B. (1982). Novel Proteinaceous Infectious Particles Cause Scrapie. *Science* 216: 136–144.

Pusztai, L., Hatzis, C., & Andre F. (2013) Reproducibility of research and preclinical validation: problems and solutions. *Nature Reviews Clinical Oncology* 10, 720–724.

Qurashi, M. (1991). Publication-rate and size of two prolific research groups in departments of inorganic chemistry at Dacca University (1944–1965) and Zoology at

Karachi University (1966–84). *Scientometrics*, 20(1), 79–92.

Sapp, J. (2003). *Genesis: The Evolution of Biology*. Oxford: New York: Oxford University Press.

Scharf, A. (1989). How to change seven rowdy people. *Industrial Management*, 31, 20–22.

Soto, C. (2011). Prion hypothesis: the end of the controversy? *Trends Biochemical Sciences* 36(3):151-158.

Strevens, M. (2003). The role of the priority rule in science. *Journal of Philosophy*, 100(2), 55–79.

Surowiecki J. (2004). *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations*. Anchor Books: Random House LLC.

Šešelja, D., & Straßer, C. (2013). Abstract argumentation and explanation applied to scientific debates. *Synthese* 190(12): 2195-2217.

Torrisi, B. (2014). A multidimensional approach to academic productivity. *Scientometrics*, 99(3), 755–783.

Valentin, F., Norm, M. T., & Alkaersig, L. (2016). Orientations and outcome of interdisciplinary research: The case of research behavior in translational medical science. *Scientometrics*, 106(1), 67–90.

van der Wal, R., Fischer, A., Marquiss, M., Redpath, S., & Wanless, S. (2009). Is bigger necessarily better for environmental research? *Scientometrics*, 78(2), 317–322.

Von Tunzelmann, N., Ranga, M., Martin, B., & Geuna, A. (2003). The effects of size on research performance: A SPRU review. Brighton: SPRU.

Wang, J., Thijs, B., & Glanzel, W. (2015). Interdisciplinarity and impact: Distinct effects of variety, balance, and disparity. *PLoS One*, 10(5), e0127298.

Weisberg, M., & Muldoon, R. (2009). Epistemic landscapes and the division of cognitive labor. *Philosophy of Science*, 76(2), 225–252.

West, M., & Anderson, N. (1996). Innovation in top management teams. *Journal of Applied Psychology*, 81(6), 680–693.

Wu, C. F. J. (1986). Jackknife, bootstrap and other resampling methods in regression analysis. *The Annals of Statistics*, 14, 1261–1295.

Zollman, K. J. (2007). The communication structure of epistemic communities. *Philosophy of Science*, 74(5), 574–587.

Zollman, K. J. (2010). The epistemic benefit of transient diversity. *Erkenntnis*, 72(1), 17–35.

IZVEŠTAJ O KVALIFIKOVANOSTI KANDIDATA I PODOBNOSTI PREDLOŽENE TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

Doktorantkinja: **Vlasta Sikimić**

Predložena tema: ***Optimizacija zaključivanja u nauci: pristup zasnovan na podacima***

Mentor: **prof. dr Slobodan Perović**

Kandidatkinja Vlasta Sikimić podnela je Odeljenju za filozofiju predlog prijave doktorske disertacije pod naslovom ***Optimizacija zaključivanja u nauci: pristup zasnovan na podacima***. Komisija o predloženoj prijavi teme doktorske disertacije podnosi sledeći izveštaj:

Osnovni podaci o kandidatkinji:

Vlasta Sikimić je 2011. godine završila osnovne studije filozofije na Filozofskom fakultetu u Beogradu uz Pohvalu za izuzetan uspeh tokom studiranja od strane Filozofskog fakulteta. Nakon toga, završila je istraživačke Master studije u Amsterdamu, gde je bila dobitnica Hajgens (Huygens) stipendije za internacionalne talente Ministarstva prosvete, kulture i nauke Kraljevine Holandije. U Amsterdamu je sa značajnim uspehom odbranila tezu pod naslovom „Towards a Proof-Theoretic Semantics for Dynamic Logics“, čiji su rezultati uz dodatna istraživanja kasnije objavljeni u tri koautorska rada. Doktorske studije filozofije na Filozofskom fakultetu u Beogradu upisala je 2013. godine. Tokom doktorskih studija imala je istraživački boravak na Eberhard Karls Univerzitetu u Tübingenu, stipendiran od strane Nemačke službe za akademsku razmenu (DAAD). Koautorka je u više radova u časopisima od međunarodnog značaja, kao što su „Optimal Research Team Composition: Data Envelopment Analysis of Fermilab Experiments“ (*Scientometrics* 2016), „A Proof-Theoretic Semantic Analysis of Dynamic Epistemic Logic“ (*Journal of Logic and Computation* 2014) ili „A Multi-type Display Calculus for Dynamic Epistemic Logic“ (*Journal of Logic and Computation* 2014). Autorka i koautorka je u radovima od nacionalnog značaja, kao što su „A Formal Solution to a Paradox of Democracy“ (*Theoria* 2014), „Defining Knowledge: Gettier-like Scenarios“ (*Belgrade Philosophical Annual* 2013) itd. Održala je brojna predavanja po pozivu u zemlji i inostranstvu, od kojih izdvajamo ona održana na Tehničkom univerzitetu u Delftu, Univerzitetu u Amsterdamu, Eberhard Karls Univerzitetu u Tübingenu i Rur Univerzitetu u Bochumu. Učestvovala je na međunarodnim konferencijama kao što su *Argument Strength 2016* (Rur Univerzitet u Bochumu), *Philosophy of Scientific Experimentation 5 (PSX5)* (Univerzitet u Beogradu), *Nisun 6* (Univerzitet u Nišu), *Sophia 2015 i 2014* (Univerzitet u Salzburgu), *OZSW Graduate Conference in Theoretical Philosophy* (Radbod Univerzitet u Najmegenu) itd. Tokom doktorskih studija bila je ko-organizatorka međunarodne konferencije *Second Belgrade Graduate Conference in Analytic Philosophy and Logic*, *Simpozijuma iz teorije dokaza* pridruženog konferenciji, *Panela iz filozofije nauke* - takođe pridruženog konferenciji, *Beogradskog seminara za analitičku filozofiju i logiku* itd. Radi recenzije po pozivu u filozofskom časopisu *Kriterion* (Salzburg, Austrija).

Predmet istraživanja i sadržaj izlaganja

Predmet istraživanja

Predmet istraživanja u doktorskoj disertaciji Vlaste Sikimić biće optimizacija zaključivanja u prirodnim naukama korišćenjem metodâ koji se zasnivaju na kvantitativnim i kvalitativnim empirijskim podacima. Istraživanje je pozicionirano u okviru socijalne epistemologije nauke, a predmet istraživanja biće optimizacija resursa u nauci, pre svega saznanjnih subjekata, sa ciljem postizanja najboljih mogućih naučnih rezultata. Ovako postavljeno istraživanje treba da ukaže na ispravnu raspodelu resursa u naučnoj zajednici. Socijalna epistemologija nauke, kao polje istraživanja unutar socijalne epistemologije, istražuje epistemičku korist od određene podele kognitivnog rada među naučnicima, njihove komunikacije ili ispravne agregacije znanja i verovanja naučnika. Sve prominentniji pristupi u socijalnoj epistemologiji nauke su pristupi zasnovani na kompjuterskim simulacijama i logičkim modelima. Međutim, ovi modeli uglavnom nisu zasnovani na podacima. Inovativni pristup koji ova disertacija treba da donese jeste zasnivanje modela za optimizaciju resursa u naučnoj zajednici na konkretnim podacima, kao i argumente u prilog ovom pristupu.

Konkretno, istraživanje je usmereno na razmatranja u oblasti savremene eksperimentalne fizike i biologije. Kada je u pitanju fizika visokih energija, a s obzirom na ogromna finansijska sredstva koja se u nju ulažu, analiziraće se kako ove finansijske resurse optimalno rasporediti sa ciljem maksimizacije naučnih rezultata. U disertaciji će biti predstavljeni i analizirani rezultati dobijeni analizom velikog broja podataka, tačnije DEA analizom urađenom u okviru istraživanja u kojem je kandidatkinja učestvovala, na podacima iz laboratorije Fermilab. Ovi rezultati su informativni u pogledu optimalnog načina za formiranje timova u eksperimentima u fizici i ilustruju prednosti pristupa zasnovanih na podacima, pre svega u pogledu njihove primenljivosti. Kada je reč o savremenoj eksperimentalnoj biologiji, u disertaciji će se obrađivati pitanje koliko resursa treba investirati u istraživanje hipoteza koja «ne obećavaju» jer nisu u skladu sa principom najjednostavnijeg objašnjenja. Za ovu svrhu biće sprovedena analiza konkretnih argumenata u biologiji. Konačno, biće razmatrani pragmatički i normativni aspekti prikupljanja i činjenja javno dostupnim podataka o naučnim projektima.

Sadržaj izlaganja

Predložena teza Vlaste Sikimić sastojaće se od uvoda, četiri poglavlja i zaključka.

Struktura rada je sledeća:

Uvod

U uvodnom delu disertacije, predmet istraživanja će biti postavljen u okvir socijalne epistemologije nauke. Takođe, biće napravljen pregled postojećih pristupa kada je reč optimizacije naučnog zaključivanja.

Formalni modeli za optimizaciju resursa u nauci

Poglavljje koje se bavi uporednom analizom različitih formalnih pristupa kada je reč o optimizaciji resursa u nauci. Cilj poglavlja je razvrstavanje različitih formalnih pristupa u socijalnoj epistemologiji nauke, pre svega hipotetičkih i onih zasnovanih na kvantitativnim i kvalitativnim podacima, kao i pokazivanje prednosti ovih drugih u odnosu na prve.

Optimizacija resursa u okviru projekta: slučaj fizike visokih energija

Cilj ovog poglavlja jeste da prikaže metode prediktivne statističke analize kao i DEA analize primenjene na konkretne slučajeve iz fizike, čiji su podaci dostupni preko

INSPIRE-Hep platforme. Konkretno, biće analizirani rezultati DEA analize u kojima je kandidatkinja učestvovala, a koji ukazuju na to da su manji timovi u ovom domenu efikasniji i produktivniji. U ovom poglavlju će biti pokazano zašto je upravo savremena eksperimentalna fizika pogodna za ovakav tip istraživanja.

Praktične i teorijske posledice dostupnosti podataka

U ovom poglavlju će biti date smernice za uspešnu selekciju i sistematizaciju podataka o naučnim projektima. Polazište jeste pretpostavka da je uspešna sistematizacija podataka ona koja je podobna za dalje analize zasnovane na podacima. U ovoj sistematizaciji najveći izazov predstavlja rangiranje objavljenih radova po njihovoj uspešnosti. Biće argumentovano da ovom pitanju treba pristupiti iz perspektive specifične naučne discipline, zbog njihove specifičnosti. Takođe, planirano je detaljno razmatranje normativnog aspekta dostupnosti podataka o naučnim projektima.

Argumentacija u nauci: biologija i neparsimonična objašnjenja

Naučna argumentacija, kao sofisticirani oblik argumentacije, predstavlja plodno tlo za formalne analize različitih strategija zaključivanja. Generalni pristup u disertaciji jeste onaj zasnovan na podacima o specifičnom polju naučnog istraživanja. Zbog toga će se u ovom poglavlju analizirati i predstaviti argumentativne shema konkretnih argumenata iz oblasti savremene biologije. Cilj jeste da se pokaže da investiranje ljudskih resursa u neparsimonična objašnjenja, odnosno ona koja nisu najjednostavnija objašnjenja nekog fenomena, pod određenim okolnostima vode do adekvatnog naučnog saznanja.

Zaključak

Nakon sumiranja rezultata iz prethodnih poglavlja, kandidatkinja će nastojati da pokaže da pristup zasnovan na podacima vodi boljem razumevanju i rešavanju konkretnih problema koji nastaju u nauci. Pozivanjem na prethodna poglavlja biće pokazane mogućnosti za optimalno strukturiranje projekata u savremenoj eksperimentalnoj fizici. Takođe, biće pokazano na koji način je metod za analizu argumenata u molekularnoj biologiji informativan kada je u pitanju razmatranje racionalnosti istraživanja hipoteza koje krše Okamov princip.

Osnovne hipoteze

Osnovne hipoteze istraživanja jesu da optimizaciji znanja u nauci treba pristupiti iz perspektive grupe i da je za svrhu ovakve optimizacije pristup zasnovan na podacima superiorniji u odnosu na hipotetičke modele. Treća hipoteza od koje se polazi u istraživanju jeste da u biologiji postoje neparsimonična objašnjenja, odnosno objašnjenja koja krše princip najjednostavnijeg i opšteg objašnjenja kao onog koje je adekvatno.

Cilj istraživanja

Cilj istraživanja jeste da ponudi teorijske i praktične odgovore na pitanje optimizacije zaključivanja u naučnoj zajednici koristeći pristup zasnovan na kvantitativnim i kvalitativnim empirijskim podacima. Nauke koje će biti analizirane su savremena eksperimentalna fizika i biologija. Predloženo istraživanje bi trebalo da ponudi teorijske pristupe, ali i praktične odgovore na pitanja optimizacije, pre svega ljudskih resursa u savremenim prirodnim naukama.

Metode istraživanja

Doktorantkinja Vlasta Sikimić će se u svojoj disertaciji služiti metodom pojmovne analize za definisanje teorijskog okvira. Osim toga, u disertaciji će pomoću komparativne

analize biti evaluirani različiti formalni pristupi – modeli i simulacije, koji su korišćeni u svrhu optimizacije resursa u nauci. Njima će biti suprotstavljene različite, pre svega statističke, analize empirijskih podataka. Konačno, pored različitih tipova analize, u disertaciji će biti ponuđeni i modeli za reprezentovanje argumentacije u biologiji.

Očekivani rezultati i naučni doprinos

Pitanje optimizacije zaključivanja u naučnoj zajednici predstavlja centralnu temu socijalne epistemologije nauke kao filozofske oblasti, dok se odgovori na njega najdirektnije tiču raspodele naučnih resursa. Od doktorske disertacije Vlaste Sikimić se očekuju korektivne sugestije u pogledu finansiranja nauke i strukturiranja naučnih jedinica. Pored toga, ona bi trebalo da ponudi metode primenjivane za dalje analize podataka i argumenata u nauci. Na kraju, smernice u pogledu sistematizacije i dostupnosti podataka treba da predstavljaju okvir za etički konstruisane platforme naučnih podataka od opšteg značaja.

Zaključak

Imajući u vidu kvalitet analiziranog obrazloženja predloga teme doktorske disertacije, kao i analitičke sposobnosti i veštinu argumentacije koje je kandidatkinja prilikom odbrane obrazloženja pokazala, komisija svesrdno predlaže da se doktorantkinji Vlasti Sikimić odobri izrada doktorske disertacije na temu ***Optimizacija zaključivanja u nauci: pristup zasnovan na podacima.***

Beograd, 3.2.2017.

Komisija:

dr Eva Kamerer, docent

dr Radmila Jovanović, docent

dr Miloš Adžić, docent

Mentor:

prof. dr Slobodan Perović, vanredni profesor