

Izveštaj o doktorskoj disertaciji

NEUROBIOLOŠKO OBJAŠNJENJE SVESTI

(Neurobiological explanation of consciousness)

doktoranda Dušana Simića

Odlukom Nastavno-naučnog veća Filozofskog fakulteta u Beogradu od 3.07.2020. godine izabrani smo kao članovi komisije za analizu i ocenu doktorske disertacije „Neurobiološko objašnjenje svesti“ doktoranda Simić Dušana. Na osnovu uvida u rad kandidata, zadovoljstvo nam je da Nastavno-naučnom veću podnesemo sledeći izveštaj.

- **Podaci o kandidatu i disertaciji**

Dušan Simić je rođen u Beogradu 1983. godine. Filozofiju na Filozofskom fakultetu u Beogradu upisuje 2004. godine a diplomira 2008. godine sa temom diplomskog rada „Partikularije kao krajnji konstituenti stvarnosti.“, čiji je mentor bio prof. dr Živan Lazović. Tokom osnovnih studija ostvario je prosečnu ocenu 9,00. Nakon osnovnih studija 2009. godine. upisuje doktorske studije na Filozofskom fakultetu u Beogradu.

Od 2009. godine pohađa specijalističke studije za reklamu i medije na Fakultetu dramskih umetnosti i završava ih 2010. godine. Na konkursu za plakat na temu očuvanja biodiverziteta koju dodeljuju IAA (*International Advertising Association*) i Ujedinjene nacije 2010. godine osvojio je prvu svetsku nagradu. Iste godine dobio je nagradu „Dragan Sakan – *New Idea*“ za unapređenje komunikacije i inovaciju u oglašavanju koju dodeljuje UEPS (Udruženje ekonomskih propagandista Srbije). Od 2010 godine zaposlen je kao strateški planer u reklamnoj agenciji *Communis*.

Za časopis *Theoria* 4 /2017, objavio je rad pod nazivom „Integrisani duh. Svest kao rezultat funkcionalne integracije i funkcionalne specijalizacije neuronskih struktura.“ Oblast interesovanja Dušana Simića su filozofija duha, neurofilozofija, kognitivna nauka i filozofija nauke.

Rukopis disertacije Dušana Simića pod nazivom „Neurobiološko objašnjenje svesti“ ima sa rezimeom na srpskom i engleskom jeziku, sadržajem i bibliografskim podacima ukupno 248 strana. Osnovni tekst sadrži 218 strana. Rad je podeljen u četiri osnovna poglavlja, uz uvodno i zaključno poglavlje.

- **Predmet i cilj disertacije**

Osnovni predmet disertacije doktoranda Dušana Simića jeste analiza pojma svesti korišćenjem savremenih neurobioloških modela. Pojam svesti predstavlja specifičan predmet istraživanja zbog čega disertacija obuhvata kako naučne tako i filozofske aspekte fenomena. Autor sa jedne strane koristi najnoviju eksperimentalnu evidenciju i pojmovni aparat koji nudi savremena nauka (neuronauka, kognitivna nauka, teorija dinamičkih sistema, informaciona teorija) a sa druge strane pruža filozofski pogled na problem subjektivnog iskustva i kritički preispituje postojeće naučne modele. Neka od glavnih pitanja koja su obuhvaćena u disertaciji su: šta je svest posmatrano u okviru neurobiologije, da li svest možemo da objasnimo polazeći od njene funkcije, koji neuronski mehanizmi leže u njenoj osnovi, mogu li životinje i veštački sistemi da imaju svest?

Analizirajući hipoteze savremenih neuronaučnih teorija, koristeći empirijske podatke prikupljene kroz kliničku praksu i eksperimente, kao i podatke dobijene kompjuterskim simulacijama, ovaj rad pokazuje koliko neurobiološki pristupi svesti i moderna neuronauka mogu da doprinesu razumevanju problema svesti. Osnovno pitanje na koje kandidat u disertaciji želi da odgovori je kako je moguće da neki materijalni sistem, poput mozga, proizvede subjektivno iskustvo. Koristeći se teorijom dinamičkih sistema Simić analizira mehanizme koji prate i uzrokuju svesna stanja (lak problem). Implikacije koje prozilaze iz naučnih teorija autor proverava i u odnosu na filozofski zanimljivije pitanje (težak problem). Zašto su fizički procesi uopšte praćeni iskustvom?

Analizu postojećih modela Simić koristi kako bi formulisao novi model svesti koji bi uspeo da prevaziđe prigovore i probleme sa kojima su se suočavali svi dosadašnji neurobiološki modeli. Početna pretpostavka od koje autor polazi jeste da je svest u osnovi neurobiološki fenomen koji se može objasniti analizom moždanih aktivnosti. Stanovište koje autor disertacije zastupa se u širem kontekstu može se označiti kao biološki naturalizam, prema kome su mentalni fenomeni uzrokovani neurofiziološkim procesima u mozgu.

Među modelima koji prihvataju ovu pretpostavku vladaju dve suprotstavljene struje. Jedna strana podržava redukciju i smatra da se svest može u potpunosti objasniti analizom neurona kao osnovnih gradivnih jedinica mozga. U tom slučaju svest nije ništa više od prostog zbira aktivnosti pojedinačnih neurona. Druga strana, kojoj pripada i Simić, smatra da se osobine celine i njeno ponašanje ne mogu objasniti prostim opisom dešavanja na mikro nivou.

Kao što će Simić pokazati jedini način da razumemo svesti i da se približimo njenom objašnjenju jeste da analiziramo sistem kao celinu i opišemo relaciju strukturu između gradivnih jedinica sistema. Prema njemu svest je kompleksan biološki fenomen koji se može

razumeti samo ako se neuronski sistem posmatra kao kompleksan dinamički sistem koji ima sposobnost stvaranja emergentnih svojstava. Autor posebnu pažnju u radu posvećuje pojmu emergencije kao jednom od važnijih pojmova koje koristi da formira svoj model svesti. Emergentna svojstva su svojstva koja nastaju na makro nivou i koja se ne mogu u potpunosti opisati analizom osnovnih konstituenata. Zbog toga autor svest posmatra kao emergentno svojstvo neuronskog sistema koj nastaje kao rezultat dešavanja u materijalnoj osnovi.

Da bi izgradio odgovarajući pojmovni aparata kojim bi nadalje analizirao svest, Simić istražuje sličnost dešavanja na neuronskom nivou sa drugim materijalnim sistemima unutar kojih vlada kompleksna dinamika. Poređenje neuronskih aktivnosti sa drugim prirodnim dešavanjima (zemljotresima, feromagnetnim materijalima) ukazuje da se u mozgu kao i u drugim kompleksnim dinamičkim sistemima javljaju slični obrasci dešavanja, i da se neuronski događaji, poput neuronskih lavina, mogu opisati statističkim modelima kojima se objašnjava ponašanje gomile peska, lavine i zamljotresi. Nakon ovih uvida Simić nadalje preuzima pojmovni aparat teorije dinamičkih sistema i dublje analizira modele svesti koji počivaju na teoriji dinamičkih sistema.

Simić tvrdi da je za realizaciju kompleksnih kauzalnih interakcija, koje dovode do nastanka svesti, potrebno da sistem poseduje odgovarajuća strukturalna i dinamička svojstva. Zbog toga autor posebnu važnost unutar rada posvećuje analizi arhitekture neuronskog sistema, njegove strukture i dinamike kauzalnih interakcija unutar njega. Ispostaviće se da arhitektura neuronskog sistema najviše odgovara modelu „malog sveta“. Značaj arhitekture „mali svet“ se ogleda u tome što omogućava sistemu da integriše velike količine informacije uz istovremenu fleksibilnost rasprostranjenih moždanih područja. Takav sistem, kako Simić pokazuje, u stanju je da zadovolji dve osnovne tendencije koje vladaju u kompleksnim sistemima. Tendenciju za većom integracijom sistema i tendenciju za većom autonomijom segmenta i pojedinačnih komponenti. Arhitektura mali svet omogućava balans između ove dve tendencije što dovodi sistem u metastabilno stanje. Prema njemu metastabilno stanje omogućava neuronskom sistemu da postoji kao funkcionalna fleksibilna celina čiji segmenti imaju delimičnu autonomiju.

Simić takođe ukazuje na činjenicu da se svest ne može pronaći u pojedinim moždanim područjima, niti se može ograničiti na jedan vremenski trenutak. Mnogobrojna empirijska istraživanja koja koristi u radu potvrđuju ovu pretpostavku. Prema njemu svest se mora posmatrati kao proces koji se ostvaruje u određenim prostornovremenskim okvirima. Ti okviri obuhvataju širokodistribuiranu mrežu neurona (prošireni retikularno talamički sistem) i vremenski interval od nekoliko stotina milisekundi. Samo kada su zadovoljeni odgovarajući uslovi unutar ovih okvira proces kauzalnih interakcija dovodi do svesti. Uslovi o kojima

govori Simić su vezani za posebnu vrstu kauzalnosti. Jedna od bitnih razlika između redukcionističke pozicije i pozicije emergentizma, koju kao što smo mogli da vidimo zastupa i Simić, je u tome što redukcionistička strana smatra da postoji samo kauzalnost odozdo na gore (uzlazna).

Nasuprot njima Simić u radu podržava emergentizam kao pretpostavku prema kojoj je za objašnjenje svesti u biološkim sistemima od ključne važnosti postojanje dvostruke kauzalnosti. I odozdo na gore (silazna) i odozdo na dole (uzlazna). Silazna kauzalnost je sama po sebi kontroverzna ali kao što možemo videti u radu postoji sve više pobornika i empirijskih istraživanja koji ukazuju na njeno postojanje. Objašnjenje svesti u kontekstu kompleksnih sistema povlači sa sobom razmatranje silazne (*downward*) kauzalnosti kao podjednako realne i važne kao i uzlazne (*upward*) kauzalnosti. Unutar kompleksnih sistema, odnos sistema kao celine i pojedinačnih komponenata je dvosmeran, na delu je istovremeno i *top down* i *bottom up* kauzalnost. Takav dvosmerni uticaj neki od autora nazivaju koemergencija.

U trenutku kada se neuronski sistem nalazi u metastabilnom stanju, kada postoji međusobna kozavisnost makro i mikro nivoa dolazi do cirkularne kauzalnosti u kojoj Simić vidi ključ za rešenje problema fenomenalnog iskustva. Pojam cirkularne kauzalnost omogućava Simiću da formuliše svoju hipotezu neprekidne kauzalne samoreference. Kritički preispitujući predložena rešenja Simić uočava da je većina modela u potpunosti zaobišla „samoreferentnost“ kao ključnu osobinu iskustva. Samoreferentnost proizilazi iz činjenice da je subjektivno iskustvo je zaključano i da se uvek kreće u sopstvenim okvirima. Prema njemu mi nikada ne možemo na direktan način pristupiti objektivnom svetu. On je u svakom trenutku interpretiran u subjektivnom iskustvu. Hipoteza neprekidne kauzelne samoreference koju predlaže Simić za dolazi kao pokušaj da se u okviru fizičkog sveta objasni osobina samoreferentnosti subjektivnog iskustva. Simić tvrdi da se neprekidna kauzalna samoreferenca ostvaruje kroz dvosmerni uticaj mikro nivoa (pojedinačnih neurona) i makro nivoa (elektromagnetno polja neuronskih grupa). Na ovaj način omogućena je fizička kauzalna zaključanost sistema. Unitar samog sistema stvara se povratna sprega gde je pražanjenja neurona stvaraju EM polje, a EM polje vrši modulaciju i integraciju pojedinačnih neurona. Da bi proverio svoju hipotezu Simić dalje koristi obimnu eksperimentalnu evidenciju kao i misaone eksperimente. Konačno, autor tvrdi da se fenomenalna svest („kako izgleda biti“) može naći i kod drugih životinjskih vrsta, a potencijalno i u drugim veštačkim sistemima sa električnom realizacijskom bazom.

- **Prikaz sadržaja disertacije po poglavljima**

U prvom poglavlju Simić pokazuje koliko je teorije dinamičkih sistema uticala na druge nauke i na promenu osnovnih ontoloških pretpostavki. Jedna od bitnijih stvari u ovom poglavlju, a koja će biti od važnosti za kasnije istraživanje, jeste uloga teorije dinamičkih sistema u argumentima u debati između redukcionizma i emergentizma. Kroz debatu između dva suprotstavljena stanovišta može se videti kako se fokus u razumevanju fizičkog sveta, pre svega funkcionisanja sistema, pomerio sa delova (mikro nivo) na celinu (makro nivo). U ovom poglavlju se kroz različite teorijske hipoteze i empirijske primere može videti da je teorija dinamičkih sistema osnov za prihvatanje savremene forme emergentizma, koja je od suštinske važnosti za uspostavljanje i odbranu teze prema kojoj je svest emergentno svojstvo u dinamičkim sistemima.

U drugom poglavlju Simić fokus istraživanja stavlja na teorijske okvire i osnovne pojmove teorije dinamičkih sistema. Pojmovi kojima raspolaže teorija dinamičkih sistema poput samoorganizujuće kritičnosti, metastabilnosti, tranzicije faza, emergencije, integracije i informacije su od suštinske važnosti za neurobiološko objašnjenje ponašanja kompleksnih sistema u koje spada i mozak. Kakva je empirijska primena ovih pojmova autor predstavlja analizirajući kompleksna ponašanja gomile peska, zemljotresa, feromagnetnih materijala i kompjuterski model „*Game of Life*“. Navedeni primeri će imati poseban doprinos u odgovoru na pitanje kako jedan fizički sistem može da poseduje emergentno svojstvo koje prevazilazi ponašanje njegovih pojedinačnih elemenata. U ovom poglavlju Simić ide i korak dalje pa pokazuje koje su osobine mozga koje mu omogućavaju da proizvede emergentno svojstvo (svest). Kroz mnogobrojne primere iz kliničke prakse i simulacije pokazuje koliko je svesno iskustvo povezano sa sposobnošću sistema da integriše velike količine informacije. Kao što se može videti, sposobnost integracije velike količine informacije je posledica posebne arhitekture i funkcionalne dinamike mozga i upravo zahvaljujući njima mozak može da proizvede svesno iskustvo.

U trećem poglavlju autor predstavlja najvažnije modele svesti koje se oslanjaju na teoriju dinamičkih sistema. Prvo prikazuje modele koje svoje hipoteze zasnivaju na procesu integracije informacije (teorija dinamičkog jezgra, teorija integrisane informacije). Nakon toga pokazuje kako se kompleksna dinamika polja može dovesti u vezu sa svesnim iskustvom. U okviru teorije polja analizira i modele koji koriste pojam informacije da bi objasnili svesno iskustvo, ali treba imati na umu da takvi modeli informaciju koriste u kontekstu teorije polja. Na kraju ovog poglavlja Simić predstavlja teza proširene svesti koja dovodi u pitanje prostorno vremenske okvire u kojima se realizuje svesno iskustvo.

U četvrtom poglavlju Simić iznosi slabosti predloženih modela, pokazuje njihovu nepotpunost i izlože dodatne argumente kojima bi se otklonili problemi i dao potpuniji dinamički model svesti. Prostor za formulisanje nove hipoteze on vidi u činjenici da nijedan od navedenih dinamičkih modela svesti nije uzeo u obzir fundamentalnu osobinu fenomenalnog iskustva, usmerenost na samu sebe (samoreferentnost). Nakon toga autor izlaže svoju hipotezu koju je nazvao hipotezom „neprekidne kauzalne samoreference“ a koja se zasniva na procesu cirkularne kauzalnosti. Prema modelu koji zastupa subjektivno iskustvo je proces u kome dolazi do balansa kauzalnog uticaja između *top down* kauzalnosti koju sprovode elektromagnetna polja unutar mozga i *bottom up* kauzalnosti koju sprovode pojedinačni neuroni kroz svoje pražnjenje. Kao glavni mehanizam kojim se ostvaruje svest Simić navodi cirkularna kauzalna petlja koja se ostvaruje u talamokortikalnom sistemu gde dolazi do uspostavljanja kauzalne samoreference. Na samom kraju kroz nekoliko empirijskih primera autor testira predviđanja *HNKS* i pokazuje da ona bolje od ostalih prikazanih modela odgovara na svakodnevno shvatanje pojma svesti.

- **Ostvareni rezultati i naučni doprinos disertacije**

Disertacija Dušana Simića predstavlja originalni doprinos u boljem razumevanju problema svesti koristeći se neurobiološkim teorijama. Snaga Simićeve hipoteze se ogleda u sposobnosti da svakodnevno razumevanje pojma svesti objasni kroz upotrebu neuronaučnih termina i pojmovnog aparata teorije dinamičkih sistema. Prema hipotezi neprekidne kauzalne samoreference koju predlaže svest je globalno emergentno svojstvo u dinamičkim sistemima, koje se ne može redukovati na funkcionisanje neurona kao pojedinačnih gradivnih jedinica. U odbrani svoje hipoteze autor nudi pregršt argumenata podržanih empirijskom evidencijom i teorijskim modelima različitih prirodnih nauka.

Poseban doprinos Simićevog rada je u tome što za razliku od već ponuđenih modela nudi jedinstveno neurobiološko objašnjenje subjektivnog iskustva. Simić insistira na stavu prema kome svako objašnjenje svesti koje pretenduje da bude prihvaćeno, mora da bude u skladu sa osnovnom intuicijom koju imamo u vezi sa svesnim iskustvom. Kako autor smatra ukoliko ne bismo teorije i modele proveravali sa našim svakodnevним poimanjem svesti došli bismo u situaciju u kojoj bi svest mogao da objasni svaki model koji bi bio konzistentan sa sobom ali koji bi bio lišen bilo kakve veze sa fenomenom koji pokušavamo da objasnimo. Upravo iz ovoga proizilazi Simićeva težnja da svoju teoriju zasnuje na osnovnim svojstvima fenomenalnog iskustva. Kako smatra Simić nijedno od ponuđenih rešenje nije stavilo dovoljan fokus na „samoreferentnost“ kao fundamentalnu osobinu svesti. Za razliku od drugih autor svoju hipotezu zasniva upravo na ovoj osobini što je čini jedinstvenom. Ova hipoteza ima doprinos pre svega jer uspeva da odgovori na prigovore upućene drugim

teorijama (pre svega teoriji integrisane informacije) a koji se tiču drastičnog menjanja značenja pojma svesti.

Možemo reći da je krajnji rezultat njegovog istraživanja originalna teza podržana obimnim empirijskim istraživanjima i teorijskim pretpostavkama. Ova disertacija predstavlja pravi multidisciplinarni pristup i osim za filozofiju (filozofiju duha, filozofiju nauke) ima značaj i za druge oblasti istraživanja: neuronauku, kognitivnu nauku, biologiju.

- **Zaključak**

Na osnovu uvida u doktorsku disertaciju „Neurobiološko objašnjenje svesti“ doktoranta Dušana Simića može se konstatovati da ovaj rad ispunjava sve formalne uslove. Disertacija na studiozan i sveobuhvatan način obrađuje neurobiološke pristupe problemu svesti te kao takava predstavlja odličan prikaz svih relevantnih modela i teorija. Osim toga disertacija nam nudi pravi multidisciplinarni pristup koji rezultira novim pogledom na postavljeni problem.

Prema svemu do sada viđenom možemo zaključiti da je disertacija Dušana Simića originalno naučno delo sa značajnim doprinosom u razumevanju problema svesti i sa zadovoljstvom predlažemo Nastavno–naučnom veću Filozofskog fakulteta u Beogradu da donese odluku kojom se odobrava usmena odbrana ove disertacije.

U Beogradu, 10. 07. 2020.

Članovi komisije

Dr Slobodan Perović, redovni profesor
Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Aleksandra Zorić, docent
Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Biljana Stojković, redovni profesor
Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu