



**Dr. Nacima Memić**, doktor matematičkih nauka, redovna profesorica na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta, naučna oblast „Analiza“, predsjednica;

**Dr. Fatih Destović**, doktor matematičkih nauka, redovni profesor na Univerzitetu u Sarajevu – Pedagoškom fakultetu, naučna oblast „Vjerovatnoća i statistika“, član;

**Dr. Adis Alihodžić**, doktor kompjuterskih nauka, vanredni profesor na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta, naučna oblast „Teorijska kompjuterska nauka“, član.

## VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U SARAJEVU

**PREDMET:** Izvještaj Komisije za pripremanje prijedloga za izbor nastavnika u zvanje vanrednog profesora (ponovni izbor) za oblast *Vjerovatnoća i statistika* na Univerzitetu u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za matematičke i kompjuterske nauke

Na osnovu člana 69. stav (1) tačka f) i člana 123. Zakona o visokom obrazovanju („Sl. nov. Kantona Sarajevo“ broj 36/22), člana 111. tačka i) i 236. Statuta Univerziteta u Sarajevu, Odlukom Vijeća Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu broj 01/06-204/2-2024 od 07.03.2024. godine, a na osnovu prijedloga Vijeća Odsjeka za matematičke i kompjuterske nauke od 25.01.2024. godine, imenovani smo u Komisiju za pripremanje prijedloga za izbor NASTAVNIKA u zvanje **VANREDNOG PROFESORA (ponovni izbor)** za oblast: „**Vjerovatnoća i statistika**“ na Univerzitetu u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet, Odsjek sa matematičke i kompjuterske nauke – 1 izvršilac sa punim radnim vremenom.

Na raspisani konkurs objavljen 04.01.2024. godine u dnevnom listu *Dnevni Avaz*, na web stranici Fakulteta i web stranici Univerziteta u Sarajevu, prijavio se jedan kandidat – **prof. dr. Fikret Čunjalo**, vanredni profesor na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta.

Nadležna komisija Fakulteta je potvrdila blagovremenost i urednost prijave i usklađenost s konkursom (Potvrda br. 02/01-126/2-2024 od 23.01.2024. i Potvrda br. 02/01-126/3-2024 od 12.03.2024.). Potvrda o potpunosti prijave br. 02/01-126/3-2024 od 12.03.2024. godine čini sastavni dio ovog Izvještaja.

Na osnovu člana 124. Zakona o visokom obrazovanju ("Sl. nov. Kantona Sarajevo" 36/22), na osnovu Statuta Univerziteta u Sarajevu, Upute o realizaciji izbora u isto ili više akademsko zvanje na Univerzitetu u Sarajevu u skladu sa uslovima propisanim ranijim Zakonom, uvida u dokumentaciju koja nam je prosljeđena, podnosimo sljedeći



## IZVJEŠTAJ

### 1. Biografski podaci

Fikret Čunjalo rođen je u Dragnjiću općina Šipovo, gdje je završio osnovnu školu. Srednju školu završio je u Jajcu. Studij matematike upisao je 1985. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu, a diplomirao 1989. godine. Posdiplomski studij matematike upisao je 1991. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu, a magistrirao 1997. godine. Doktorsku disertaciju odbranio je 2007. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu, pod naslovom: *Statistička konvergencija, mjera i kategorija*.

Od 1994. godine zaposlen je na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu u zvanju asistenta. Kandidat je Odlukom Senata Univerziteta u Sarajevu 29.05.2018. godine, izabran u zvanje vanrednog profesora za oblast *Vjerovatnoća i statistika* na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

### 2. Naučno-istraživački rad kandidata

#### 1. Do posljednjeg izbora kandidata

1. F.Cunjalo, M.K.Khan, H.I.Miller, J.A.Osikiewicz, Summability matrices and sequences of  $0,s$  and  $1,s$ , Act.Math.Hungar, 2005, 147-155
2. M.Crnjac, F.Cunjalo, H.I.Miller, Subsequences characterizations of statistical convergence of double sequences, Rad.Mat. 2004, 163-175
3. F.Cunjalo, Almost convergence of double sequences-some analogies between measure and category, Math.Maced. 2007, 21-24
4. F.Cunjalo, Almost convergence of double subsequences, Filomat, 2008, 87-93
5. F. Čunjalo & F. Destović, Subsequence characterization of uniform statistical convergence of double sequence, Res. Comm. Math. Math. Sci. 9(1) (2017), 37-50.
6. F. Čunjalo, Some characterization of lacunary uniform statistical convergence of double sequences, Res. Comm. Math. Math. Sci. 10(1) (2018), 1-12.
7. F. Čunjalo, Characterization in terms of measure of lacunary uniform statistical convergence of double sequences, Res. Comm. Math. Math. Sci. 10(1) (2018), 25-40.
8. F. Čunjalo, Uniform statistical convergence of double subsequences, Bulletin of imvi, 8(2) (2018) 337-344.
9. F. Destović, I. Kalčo & F. Čunjalo, Differential operator Sturm-Liouville type on the segment,  $[0, \pi]$  with variable delay, Journal of Mathematical Sciences, 50(1) 2018, 51-58.



## Objavljena knjiga

Uvod u teoriju vjerovatnoće sa riješenim zadacima, Univerzitetski udžbenik, 2016. godine

### 2. Od posljednjeg izbora kandidata

1. Mujčić, M. ; **Čunjalo, F.** *Statistical analysis of hydrological/meteorological parameters-Bosna river basin in Federation of Bosnia and Herzegovina*. Geografski pregled No. 48, 2023. 57-83

Rad se bavi statističkom analizom klimatoloških i hidroloških parametara. Studija je realizirana na meteorološkim stanicama (MS Sarajevo, MS Zenica i MS Tuzla), kao i na hidrološkim stanicama (HS Maglaj, rijeka Bosna, HS Zavidovići, rijeka Krivaja i HS Olovo, rijeka Krivaja). Rad uključuje podatke koji se odnose na vremenski period 1991-2020.

2. Hrnjičić, A., Alihodžić, A., **Čunjalo, F.**, Hamzić Kamber, D., *Development of an Item Bank for Measuring Students' Conceptual Understanding of Real Functions*, European Journal of Science and Mathematics Education 10 (2022), no. 4, pp. 455-470, doi: <https://doi.org/10.30935/scimath/12222>

U ovom radu opisan je razvoj banke ajtema za mjerenje konceptualnog razumijevanja realnih funkcija studenata. Poznato je da studenti imaju mnogo zabluda o konceptima vezanim za funkciju. Otkrivanjem zabluda pomoću odgovarajućeg mjernog instrumenta, moguće je odrediti koje promjene je potrebno unijeti u kurikulum realnih funkcija radi poboljšanja ishoda učenja. Dizajnirana je baza ajtema za mjerenje konceptualnog razumijevanja realnih funkcija sa ajtemima koje zahtijevaju mogućnost prelaska sa jedne reprezentacije istog koncepta na drugu. Ukupno 36 zadataka sa višestrukim izborom zasnovanih na konceptima koji se odnose na realnu funkciju sa jednim tačnim odgovorom i tri distraktora, testirano je na terenu putem ankete bazirane na papiru i olovci, koja je obuhvatila 80 studenata brucoša Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Anketiranjem studenata, autori su provjerili tehničke karakteristike predmeta i njihovu kognitivnu valjanost. Rezultati anketiranja univerzitetskih profesora i studenata pokazuju da test ispunjava zahtjeve sadržaja i kognitivne valjanosti. Rezultati analize zadataka (indeks težine zadataka, indeks diskriminacije zadataka i biserijski koeficijent) i analize testa (pouzdanost testa i Fergusonova delta), pokazuju da 32 od 36 zadataka imaju dobre psihometrijske karakteristike, te su pouzdane za mjerenje studentskog razumijevanja i vještina u uvodnim kursevima matematike na univerzitetima. Primijetili su da studenti slabo razumiju određene pojmove, bez obzira na reprezentaciju, te da ne postoji koordinacija između reprezentacija istog pojma.

**Rad je indeksiran u sljedećim bazama:** SCOPUS, ERIC, ERIH, Google Scholar, Sherpa Romeo.

3. Adis Alihodzic, Enes Zvornicanin, **Fikret Čunjalo**, *A Comparison of Machine Learning Methods for Forecasting Dow Jones Stock Index*, Large-Scale Scientific Computing, LSSC, vol. 13127, pp. 209–216, Springer, Cham, 2022, DOI. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4_24)

U ovom radu je napravljena komparativna analiza metoda mašinskog učenja za predviđanje Dow Jones indeksa dionica na berzi. Poznato je da je predviđanje tržišta dionica na berzi izazovan i atraktivan problem za istraživače i investitore, pomažući im da testiraju svoje nove metode i



poboljšaju prinose dionica. Posebno u vrijeme finansijske krize, ove metode postaju sve popularnije. Algoritamska rješenja zasnovana na mašinskom učenju se široko koriste među investitorima, počevši od amaterskih do vodećih hedž fondova, poboljšavajući njihove strategije ulaganja. U ovom radu je napravljena opsežna analiza i poređenje nekoliko algoritama mašinskog učenja za predviđanje kretanja Dow Jones indeksa akcija. Ulazne karakteristike za algoritme su postavljeni da budu finansijski indeksi, cijene roba i tehnički indikatori. Algoritmi kao što su: stablo odlučivanja, logistička regresija, neuronske mreže, mašine potpornih vektora, slučajna šuma i AdaBoost, korišteni su u svrhu poređenja kroz eksperimentalnu analizu. Pretprocesiranje podataka bazirano je na nekoliko tehnika normalizacije i transformacije, kako bi se istražio njihov uticaj na predviđanja spomenutih metoda. Na kraju rada, predstavljeno je nekoliko načina podešavanja hiperparametara metaheuristikama, kao što su: genetski algoritam, diferencijalna evolucija i imunološki algoritam.

**Rad je indeksiran u sljedećim bazama:** Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

4. Adis Alihodzic, Malek Chain, **Fikret Čunjalo**, *New clustering techniques of node embeddings based on metaheuristics*, Large-Scale Scientific Computing, LSSC, vol. 13127, pp. 201–208, Springer, Cham, 2021, DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4_23)

U ovom radu opisane su nove klasterizacijske tehnike za embediranje čvorova zasnovane na metaheuristikama. Poznato je da **embediranje čvorova** (eng. *Nodes embeddings*) predstavlja moćnu metodu ugrađivanja podataka strukturiranih grafom u niskodimenzionalni prostor uz očuvanje informacija o lokalnom čvoru. Klasterizacija podataka je uobičajeni zadatak predobrade nenadgledanih podataka, koji se koristi za dobijanje najboljeg uvida u ulazni skup podataka. Najistaknutiji algoritam za klasterizaciju je K-Means algoritam. U ovom radu, problem klasterizacije je predstavljen kao problem optimizacije upotrebom funkcije cilja, slijedeći pri tome ideju traženja primjera klastera baziranih na centroidu koji najbolje odgovaraju. Također, primjenjeno je nekoliko optimizacijskih algoritama inspiriranih prirodom, budući da je K-Means algoritam zarobljen u lokalnom optimumu tokom svog izvođenja. Demonstrirana je sposobnost predloženog metoda na nekoliko skupova podataka za klasterizaciju grafova, koji se koriste u embediranju čvorova i zadacima klasterizacije čvorova. Procjena performansi i poređenje predloženog metoda u odnosu na K-Means algoritam su demonstrirani i detaljno razmotreni. Kroz rad je pokazano da predloženi metod generiše zadovoljavajuće rezultate, te je također pokazano da izbor funkcija cilja ima značajnog uticaja na rezultate klasterizacije.

**Rad je indeksiran u sljedećim bazama:** Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

5. **Adis Alihodzic**, Damir Hasanspahic, Fikret Cunjalo and Haris Smajlovic, *Adjusted Bare Bones Fireworks Algorithm To Guard Orthogonal Polygons*, Intelligent Computing. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 284, pp. 341–356, Springer, Cham, 2021, DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_26)

U ovom radu je primijenjen adaptirani algoritam pod nazivom „Bare Bones Fireworks Algorithm“ za čuvanje ortogonalnih poligona. Danas je poznata rastuća potražnja za javnom sigurnošću i inteligentnim životom, kao i ekspanzija oblasti pod nazivom „Internet of Things“ (IoT)“. Stoga, neophodno je napraviti plan kako postaviti minimalan broj kamera ili čuvara kako bi se postigao siguran nadzor. Optimalno postavljanje kamera je težak kombinatorni problem i može se formulisati kao traženje najmanjeg broja čuvara koji bi pokrili svaku tačku u složenom okruženju. U ovom radu



je primijenjen prilagođeni bazni algoritam vatrometa (eng. *Bare Bones Fireworks Algorithm*), kao i jedna deterministička tehnika za rješavanje problema koji se odnosi na optimalno postavljanja kamera. Obje verzije algoritama su implementirane i testirane na dvije stotine nasumično generiranih ortogonalnih poligona. Prema rezultatima prikazanim u eksperimentalnoj analizi, može se primijetiti da prvi pristup baziran na metaheuristici nadmašuje determinističku metodu praktično u svim slučajevima.

**Rad je indeksiran u sljedećim bazama:** Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

### 3. Mentorstvo

Prof. dr. Fikret Čunjalo je bio mentor jednog uspješno odbranjenog završnog rada II ciklusa studija: Azra Kilim, „Analiza modela višestruke linearne regresije“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2022.

### 4. Objavljena knjiga

**Fikret Čunjalo**, Adis Alihodžić, *Uvod u statistiku: Teorija sa riješenim zadacima*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2023.

### 5. Naučno-istraživački projekti

Prof. dr. Fikret Čunjalo je jedan od učesnika projekta Erasmus plus – Western Balkans Urban Agriculture Initiative u periodu od 01.10.2020.-30.09.2021.

## ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG

Komisija sa zadovoljstvom predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta da prijavljeni kandidat, prof. dr. Fikret Čunjalo, bude izabran u zvanje vanrednog profesora za oblast *Vjerovatnoća i statistika* na Univerzitetu u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za matematičke i kompjuterske nauke, pošto su za to ispunjeni svi zakonski uslovi za ponovni izbor.

Sarajevo, mart 2024. godine

Prof. dr. Nacima Memić

Prof. dr. Fatih Destović

Prof. dr. Adis Alihodžić