



Broj: 02/A-696/1  
Datum: 18.05.2018.

**UNIVERZITET CRNE GORE**

**- Centru za doktorske studije -**

**- Senatu -**

**OVDJE**

U prilogu dostavljamo Odluku Vijeća Elektrotehničkog fakulteta sa sjednice od 18.05.2018. godine i **obrazac D3**, sa pratećom dokumentacijom, za kandidatkinju mr **Siditu Duli**, na dalji postupak.



**DEKAN,**  
*[Signature]*  
**Prof. dr Zoran Veljović**





Broj: 02/1-696  
Datum: 18.05.2018.

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 55 Pravila doktorskih studija, Vijeće Elektrotehničkog fakulteta u Podgorici, na sjednici od 18.05.2018. godine, donijelo je

### ODLUKU

#### I

Prihvata se Izvještaj Komisije za ocjenu doktorske disertacije „**An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameters estimators with applications**“, kandidatkinje mr **Sidite Duli**.

#### II

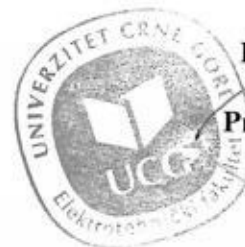
Predlaže se Senatu Univerziteta Crne da prihvati disertaciju „**An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameters estimators with applications**“, kandidatkinje mr **Sidite Duli** i imenuje Komisiju za odbranu doktorske disertacije, u sastavu:

1. Dr Milutin Radonjić, vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, predsjednik
2. Dr Božo Krstajić, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, mentor
3. Dr Slavko Gajin, docent Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, član
4. Dr David Kaljaj, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član
5. Dr Slobodan Đukanović, vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član

### -VIJEĆE ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA-

Dostavljeno:

- Centru za doktorske studije,
- Senatu,
- u dosije,
- a/a.



DEKAN,

Prof. dr Zoran Veljović



## OCJENA DOKTORSKE DISERTACIJE

| OPŠTI PODACI O DOKTORANDU   |  |
|---|--|
| Titula, ime i prezime   | MSc Sidita Duli  |
| Fakultet  | Elektrotehnički fakultet Podgorica   |
| Studijski program   | Doktorske studije elektrotehnike   |
| Broj indeksa  | 1/2009   |
| MENTOR/MENTORI  |  |
| Mentor  | Prof. dr Božo Krstajić<br>Univerzitet Crne Gore,<br>Elektrotehnički fakultet Podgorica,<br>Crna Gora |
| KOMISIJA ZA OCJENU DOKTORSKE DISERTACIJE  |  |
| Prof. dr Milutin Radonjić   | Univerzitet Crne Gore<br>Elektrotehnički fakultet<br>Crna Gora                                       |
| Prof. dr Božo Krstajić  | Univerzitet Crne Gore<br>Elektrotehnički fakultet<br>Crna Gora                                       |
| Doc. dr Slavko Gajin  | Univerzitet u Beogradu<br>Elektrotehnički fakultet Beograd<br>Srbija                                 |
| Datum značajni za ocjenu doktorske disertacije  |  |
| Doktorska disertacija i Izvještaj Komisije dostavljen Biblioteci UCG  | 05.04.2018. godine   |
| Javnost informisana (dnevne novine) da su Doktorska disertacija i Izvještaj Komisije dati na uvid   | 06.04.2018. godine   |
| Sjednica Senata na kojoj je izvršeno imenovanje komisije za ocjenu doktorske disertacije  | 05.03.2018. godine   |
| Uvid javnosti   |  |
| U predviđenom roku za uvid javnosti bilo je primjedbi?  | Ne   |
| OCJENA DOKTORSKE DISERTACIJE  |  |
| 1. Pregled disertacije  |  |
| <p>Doktorska disertacija „<i>An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with applications</i>“ („<i>Jedan pristup paralelizaciji estimacije parametara Weibull distribucije sa primjenom</i>“), kandidatkinje MSc Sidite Duli sadrži 130 stranica A4 formata. Sastoji se od rezimea (Abstract), spiska slika (Table of figures), spiska tabela (List of tables), uvoda (Introduction), 7 poglavlja (Chapter), zaključka (Conclusions), spiska literature (References) sa 79 bibliografskih jedinica, jednog priloga (Appendix) i spiska skraćenica (List of Abbreviations). U tezi ima ukupno 41 slika i 12 tabela. Teza je napisana na engleskom jeziku, a priložen je i Sažetak teze na</p> |  |

crnogorskom jeziku koji sadrži 17 strana A4 formata.

U istraživanjima, koja su prezentovana u disertaciji, izvršena je analiza i upoređivanje metoda paralelizacije procesa estimacije parametara Weibull distribucije i primjena predmetnih metoda na generičkim i realnim podacima o brzini vjetra na pojedinim lokacijama u Crnoj Gori i Albaniji. Disertacija predlaže unapređenje estimacije parametara Weibull distribucije, koristeći najefikasniju metodu, među metodama upoređenim u istraživanju, a prikazuje i kvantifikaciju performansi za razmatrane metode.

U **uvodu (Introduction)** disertacije, nakon definisanja motiva, pravaca razvoja, prednosti i primjene distribuiranog računarstva i paralelnog programiranja, identifikovan je pravac i definisan glavni cilj istraživanja: da se predloži metoda paralelizacije kao jedan od presudnih faktora kvaliteta implementacije programa na distribuiranom sistemu. Objasnjena je uloga Weibull distribucije i estimacije njenih parametara u procesu analize brzine i snage vjetra za potrebe vjetroelektrana, sve popularnijeg oblika obnovljivih izvora energije, te doprinos u ubrzanju procesa estimacije kao krajnji cilj ovog istraživanja.

U **drugom poglavlju („Architecture of distributed systems“)** je prezentovana kategorizacija računarskih sistema, opisani pojmovi i arhitektura distribuiranih sistema sa akcentom na računarske GRID sisteme, a zatim detaljno objašnjene arhitekture višeprocorskih sistema sa zajedničkom i distribuiranom memorijom. Opisani su i različiti nivoi paralelizacije procesa kao i parametri za ocjenu performansi paralelizacije.

**Treće poglavlje („Weibull distribution“)** sadrži detaljan opis Weibull distribucije, njene funkcije gustine vjerovatnoće i analizu uticaja parametara na funkciju gustine. Objasnjena je primjena metoda maksimalne sličnosti (Maximum Likelihood) u estimaciji parametara Weibull distribucije i implementacija iste u modelovanju promjene brzine i snage vjetra.

U **četvrtom poglavlju („Programming models and environments“)** prikazani su programski modeli koji opisuju paralelni računarski sistem u smislu semantike programskog jezika ili programskog okruženja. Fokus je usmjeren na opisivanje tri najzastupljenija modela: interfejs za prenos poruka (Message Passing Interface), programiranje niti (threads programming) i OpenMP (Open Multi Processing).

U **petom poglavlju („MPI Implementation in Weibull distribution parameter estimation“)** prikazana je analiza postupka i rezultati primjene MPI metoda paralelizacije na procjenu parametara Weibull distribucije. Postupak je primijenjen u brojnim estimacijama, kako na generičkim, tako i na realnim podacima. Prezentovani su rezultati, izmjereno vrijeme izvršavanja, efikasnost i proračun ubrzanja procesa estimacije.

Šesto poglavlje („Posix implementation in Weibull distribution parameter estimation“) daje opis postupka primjene paralelnog procesiranja niti (threads) na procjenu parametara Weibull distribucije i rezultate procjene ovih parametara za razne setove generičkih i realnih podataka o brzini vjetra. Dat je i proračun ubrzanja procesa, efikasnosti i vremena izvršenja u odnosu na broj korišćenih procesorskih jezgara.

U sedmom poglavlju („OpenMP implementation in Weibull distribution parameter estimation“) prikazani su rezultati implementacije OpenMP metoda paralelizacije u estimaciji parametara Weibull distribucije sa generičkim i realnim setovima podataka, uz proračun ubrzanja procesa estimacije, efikasnosti i vremena izvršenja na različitim procesorskim platformama.

Osmo poglavlje („Hybrid MPI/OpenMP implementation of Weibull distribution parameter estimation“) daje analizu postupka kombinacije metoda paralelizacije i komparaciju rezultata hibridnog modela sa pojedinačnim metodama u procjeni parametara Weibull distribucije. Prezentovani su rezultati komparativne analize ubrzanja procesa, efikasnosti i vremena izvršenja u odnosu na raspoloživi set procesorskih jezgara.

U **Zaključku** su data finalna zapažanja rezultata komparacije razmatranih metoda, zaključna razmatranja i preporuke, a istaknut je i doprinos rada i date su smjernice za dalja istraživanja.

## 2. Vrednovanje disertacije

### 2.1. Problem

Trendovi u razvoju računarskih tehnologija doveli su do svakodnevnog korišćenja paralelnih i distribuiranih sistema za obradu podataka u realnom vremenu, smještanje i procesiranje informacija unutar velikih baza podataka i izvršavanje komercijalnih aplikacija na udaljenim lokacijama. Distribuirani sistemi omogućavaju isporuku računarske snage neophodne za rješavanje kompleksnih problema sa zahtjevima koji prevazilaze mogućnosti najsnažnijih personalnih računara.

Paralelno programiranje je savremena paradigma obrade podataka u kome se određeni segmenti aplikacije izvršavaju simultano na više procesora ili procesorskih jezgara. Zasniva se na principu podjele programskog koda na manje cjeline koje se zasebno izvršavaju. Razlozi za korišćenje paralelnog procesiranja su, između ostalog, ušteda na vremenu potrebnom za izvršenje procesa, efikasnije izvršavanje kompleksnih aplikacija, omogućavanje konkurentnosti

i korišćenje višeprocorskih resursa. Postoji više modela paralelnog programiranja, koji definišu različite nivoe paralelizacije kao i različite metode komunikacije između računarskih resursa koji učestvuju u obradi podataka. Postoje dvije osnovne paradigme paralelizacije koje se odnose na princip korišćenja memorijskog prostora, a to su paralelizacija sa zajedničkom i distribuiranom memorijom. Aktuelne metode paralelizacije iz prve grupe (dijeljena zajednička memorija) su OpenMP (Open Multi-Processing) i Pthreads (POSIX Threads), dok MPI (Message passing interface) metoda koristi distribuirane memorijske resurse. Moguće je i korišćenje kombinacije ovih metoda, tzv. hibridni model, tako da se pokušaju iskoristiti prednosti više modela i prilagoditi raznim funkcionalnim zahtjevima, ali i programskom i infrastrukturnom okruženju. Osim metoda, značajan je i izbor nivoa paralelizacije: paralelizacija procesa ili paralelizacija niti. Izbor adekvatne metode i nivoa paralelizacije je jedna od ključnih tačaka u procesu paralelizacije odgovarajuće aplikacije.

Programski model opisuje sistem paralelnog računarstva u smislu semantike programskog jezika ili programskog okruženja. Paralelni programski model određuje programerov pogled na paralelni sistem, tako što definiše kako on može da programira određeni algoritam. Postoji veliki broj različitih programskih modela, a razlikuju se prema nizu kriterijuma: nivo paralelizma koji se koristi u paralelnom izvršavanju, implicitna ili korisnički definisana eksplicitna specifikacija paralelizma, način na koji su paralelni djelovi programa definisani, mod izvršenja paralelnih jedinica (SIMD ili SPMD, sinhroni ili asinhroni), modovi i obrazac komunikacije između nodova radi razmjene informacija i mehanizmi sinhronizacije između paralelnih segmenata. Svaki paralelni programski jezik ili okruženje implementira gore navedene kriterijume, gdje postoji veliki broj različitih kombinacija. Izbor adekvatnog programskog modela, koji pruža mehanizme programeru u procesu definisanja paralelnih programa, je još jedan od izazova u procesu paralelizacije.

Izbor tehnika za raspodjelu segmenata paralelnog programa na više procesora predstavlja još jedan od izazova paralelnih i distribuiranih računarskih sistema. Cilj ovih tehnika je unapređenje alociranja resursa, a prije svega procesorskih jezgara. Time se dolazi do poboljšanja performansi sistema, smanjenja vremena izvršavanja aplikacije, smanjenja kašnjenja u komunikaciji između procesa i povećanja efikasnosti korišćenja resursa. Podjela ovih tehnika na statičke i dinamičke odnosi se na način dodjele resursa (jednog ili više jezgara procesora) procesima prije ili u toku rada paralelnog programa. Ovaj izbor je rezultat kompromisa između nivoa komunikacije između jezgara tokom trajanja paralelnih procesa i mjere iskorišćenja svakog procesorskog jezgra u distribuiranom sistemu.

Takođe, dimenzionisanje resursa distribuiranog sistema (prije svega broja procesorskih jezgara) je još jedan parametar za odluku u procesu implementacije paralelizacije određene aplikacije u kombinaciji sa izborom metoda. Sa jedne strane, povećanje broja procesorskih jezgara alociranih određenom paralelizovanom procesu u distribuiranom sistemu doprinosi skraćanju vremena izvršenja. Sa druge strane, to izaziva i povećanje angažovanja procesorskih jezgara na međusobnoj komunikaciji i time smanjenje efikasnosti. Optimizacija broja jezgara alociranih za izvršavanja procesa je dodatni izazov za postizanje što većeg ubrzanja izvršavanja.

Konačno, svi navedeni parametri odlučivanja u procesu paralelizacije određene aplikacije zavise i od karakteristika same aplikacije. Mnoga naučna i stručna polja koriste paralelno računarstvo i distribuirane računarske sisteme za rješavanje numerički zahtjevnih problema u što kraćem vremenu. Takav je i zadatak obrade podataka koji se u kontinuitetu prikupljaju sa mnogobrojnih meteoroloških stanica. Jedan od bitnih podataka za praćenje i prognozu vremenskih uslova je analiza vjetra, sa svoja dva parametra: brzina i smjer. Kod farmi vjetroelektrana, električna energija koju generiše sistem prvenstveno zavisi od brzine vjetra i od standardne devijacije brzine vjetra, pa je estimacija ovih parametara presudna za sam proces proizvodnje. Varijacije brzine vjetra tokom godine se mogu opisati pomoću funkcije raspodjele vjerovatnoće. Da bi se iz krive snage turbine izračunala srednja snaga koju ona generiše, neophodno je znati gustinu raspodjele vjerovatnoće brzine vjetra. Jedan od najčešće korišćenih alata za izračunavanje brzine vjetra je Weibull distribucija.

Najopštiji oblik Weibull distribucije je distribucija sa tri parametra: parametar lokacije, parametar skale i parametar oblika. Parametar lokacije se često ne koristi, te na ovaj način Weibull distribucija može imati i dva parametra, a postoji i sa jednim parametrom. Koriste se različite metode za određivanje parametara Weibull distribucije. U literaturi i istraživanjima koja se bave procjenom snage vjetra, koristi se Weibull distribucija sa dva parametra koji se najčešće estimiraju metodom maksimalne sličnosti (Maximum Likelihood). Potrebna je dovoljna količina podataka (set podataka) da bi se utvrdili Weibull parametri za određenu lokaciju. Nedovoljna brzina obrade podataka primjenom sekvencijalnog programiranja na velikom broju mjerenih podataka može značajno da uspori proces kratkoročnog planiranja proizvodnje energije. Paralelizacija procesa estimacije Weibull parametara i implementacija na distribuiranom sistemu, ako se uradi na adekvatan način, može značajno ubrzati sam proces procjene.

## 2.2. Ciljevi i hipoteze disertacije

Osnovni cilj ove teze je komparativna analiza metoda koje omogućavaju paralelizaciju procesa procjene parametara Weibull distribucije i preporuka adekvatne metode koja dovodi do značajnijeg poboljšanja brzine estimacije razmatranih parametara, a time i procjene brzine vjetra u razmatranoj implementaciji. Validacija ovih metoda je izvršena poređenjem rezultata estimacije parametara sa sekvencijalnom verzijom programa za razne setove generičkih i realnih podataka. Vršeno je mjerenje i analiza ubrzanja, efikasnosti i vremena estimacije.

Predmet istraživanja u ovoj disertaciji bila je i analiza uticaja broja angažovanih procesorskih jezgara distribuiranog računarskog sistema, za razmatrane metode i setove podataka u paralelizovanom procesu estimacije parametara Weibull distribucije, na ubrzanje, efikasnost i vrijeme izvršavanja. Pored toga, cilj je bio i da se razmotri mogućnost optimizacije angažovanih računarskih resursa distribuiranog sistema, kako bi se postiglo što veće ubrzanje sa maksimizacijom efikasnosti angažovanih resursa.

Jedan od važnih ciljeva bio je da se ispita mogućnost kombinacije metoda paralelizacije, odnosno da se kombinacijom metode za programiranje zajedničke memorije distribuiranog računarskog sistema i metode koji ubrzava komunikaciju između jezgara i omogućava slanje kompleksnih struktura podataka, postigne potrebno ubrzanje i brža estimacija parametara za određene setove podataka.

Krajnji cilj same disertacije je bio da se, za dati set realnih podataka, preporuči najbolji metod paralelizacije koji daje najbržu estimaciju parametara Weibull distribucije na raspoloživom distribuiranom računarskom sistemu.

Svi postavljeni ciljevi, definisani i u fazi prijave doktorske teze, sumarno su:

1. Analizirati i uporediti metode paralelizacije programa u distribuiranom računarskom sistemu.
2. Implementirati analizirane metode paralelizacije procesa estimacije parametara Weibull distribucije i mjeriti vrijeme potrebno za estimaciju, računati efikasnost i ubrzanje u odnosu na angažovani broj jezgara i setove podataka.
3. Analizirati uticaj broja procesorskih jezgara na kojima se izvršava paralelizovani kod i količine podataka na ubrzanje procesa i stepen odstupanja od linearnog ubrzanja.
4. Razmotriti mogućnost optimizacije angažovanih procesorskih jezgara distribuiranog računarskog sistema kako bi se postiglo maksimalno ubrzanje sa što većom efikasnošću.
5. Potvrditi ili opovrgnuti hipotezu da će metode koje implementiraju paralelizam koristeći paralelne niti (threads) postići veće ubrzanje nego metode koje koriste paralelne procese.
6. Predložiti paralelizovanu metodu estimacije parametara Weibull distribucije na



distribuiranom računarskom sistemu koja će imati ubrzanje blisko linearnom u odnosu na broj jezgara procesora uz što kraće vrijeme izvršavanja, a time kratko vrijeme proračuna gustine raspodjele vjerovatnoće brzine vjetra.

7. Izvršiti eksperimentalnu verifikaciju rezultata na realnim setovima podataka brzine vjetra mjerenim u meteo stanicama u Podgorici, Herceg Novom i Skadru.

### 2.3. Rezultati disertacije i njihovo tumačenje u zaključcima

U disertaciji je izvršena analiza različitih metoda paralelizacije kako bi se iste uporedile i izdvojili kriterijumi izbora adekvatne paralelizacije za konkretni program. Analizirane su, u literaturi aktuelne i u praksi najkorišćenije, metode: MPI, POSIX, OpenMP i hibridna MPI/OpenMP metoda. MPI se definiše kao biblioteka sa funkcijama implementiranim u C programskom jeziku, a MPI implementacije mogu biti kompajlirane na svakoj platformi koja podržava MPI standard. Prednosti razvijanja paralelnog koda uz pomoć MPI su prenosivost, efikasnost i fleksibilnost. Mogu se implementirati na velikom broju kompjuterskih platformi, od jednoprocesorskih do HPC računarskih platformi. Ovaj model omogućava više kontrole nad protokom podataka i njihovom lokacijom nego modeli koji dijele zajedničku memoriju. Druga analizirana metoda je POSIX thread, odnosno API thread koji je standardizovan kao POSIX 1003.1c-1995. Neformalni naziv je Pthread i čini ga skup C tipova podataka i funkcija realizovanih u pratećoj biblioteci. Prednosti ove metode su mogućnost dijeljenja resursa i istog adresnog prostora, efikasnija komunikacija između niti, mogućnost izdvajanja djelova programa prioriteto i upravljanje asinhronim događajima. Sledeća metoda koja se primjenjuje u arhitekturi dijeljene memorije je OpenMP. OpenMP nije programski jezik sam po sebi, već radi u spoju sa standardnim programskim jezicima. Sastoji se od seta kompajlerskih direktiva koje opisuju paralelizam u programskom kodu. OpenMP pomaže uobičajenom programu da postigne paralelnost jednostavnim dodavanjem specifičnih programskih kodova. Prednosti OpenMP su: kontrola programera nad paralelizacijom, stvara niti i upravlja njima umjesto programera, mogućnost da funkcioniše i kao sekvencijalni programski kod i jednostavnost u upotrebi. Za određene klase aplikacija sa lako dostupnim multi-level paralelizmom, hibridni model (kombinacija dva različita modela) može da ima bolje performanse od pojedinačnih. Prednosti ovog modela dolaze do izražaja u situacijama kada se želi prilagoditi arhitektura zajedničke memorije za primjenu na više SMP jezgara u računarskom klasteru ili kod potrebe za smanjenjem osjetljivosti MPI programa na međuprocesnu komunikaciju. Analiza je pokazala značajne

različitosti karakteristika i načina primjene metoda, ali i njihove sličnosti i prožimanja.

U tezi su prikazani rezultati 4 paralelizacije estimacije parametara dvoparametarske Weibull distribucije za generičke i mjerene podatke. Za svaku od analiziranih metoda prikazani su rezultati ubrzanja i efikasnosti paralelizacije (prema Amdahl-ovom zakonu) i vremena izvršavanja u funkciji broja angažovanih procesorskih jezgara, za različite setove podataka. Rezultati na generičkim podacima (setovi podataka od  $5 \times 10^6$  i  $10 \times 10^6$ ) su usrednjavani na uzorku od 100 slučajno odabranih setova. U procesu kreiranja MPI verzije za određivanje Weibull parametara, naglašena je potreba za pažljivim određivanjem redosljeda komunikacije između procesa, jer on najviše utiče na ubrzanje programa. Rezultati pokazuju da paralelna verzija implementirana u MPI povećava ubrzanje, u poređenju sa rednom verzijom, posebno kada je set podataka mali. Ova verzija daje najbolje rezultate za najmanje setove podataka, čime pokazuje svoje najbolje performanse, uključujući ubrzanje i efikasnost, kod realnih podataka o vjetru. Za razliku od MPI, Pthreads i OpenMP implementacije, koristeći thread-ove, imaju brže priključenje na procesorska jezgra, ali uz neophodno usporenje zbog organizacije zajedničke memorije. Upravo iz tog razloga, rezultati pokazuju da Pthread verzija postiže najbolje performanse u slučajevima kada je set podatka veći. OpenMP dozvoljava specifikaciju programa na višem nivou apstrakcije nego Pthread-ovi. Tokom implementacije paralelne verzije u OpenMP, nije bilo potrebno eksplicitno napisati kod za sinhronizaciju što pojednostavljuje fazu implementacije. Ova verzija također pokazuje dobro ubrzanje i efikasnost. Rezultati implementacije hibridne verzije (MPI i OpenMP) pokazuju manje ubrzanje od MPI za manji broj jezgara, ali se performanse poboljšavaju sa povećanjem broja jezgara i za manji set podatka.

Teza prikazuje uticaj broja angažovanih jezgara i količine podatka na performanse implementiranih metoda. Rezultati su u skladu sa Amdahl-ovim zakonom, koji definiše da je ubrzanje programa na višejezgrenim i višeprocesorskim sistemima ograničeno njegovim segmentom koji se mora izvršavati sekvencijalno, a ograničenja mogu poticati i od potrebnih podataka i komunikacije između procesa. U konkretnoj realizaciji se pokazuje da veći setovi podataka daju veće ubrzanje i efikasnost, a da efikasnost opada sa povećanjem broja jezgara, uz povećanje ubrzanja koje sve više odstupa od idealnog linearnog ubrzanja.

Prikazani rezultati i zaključci pokazuju da nije moguće optimizovati broj angažovanih jezgara u konkretnoj aplikaciji, jer se sa povećanjem broja jezgara povećava ubrzanje, a smanjuje efikasnost. Dakle, uvijek se povećava ubrzanje sa većim brojem angažovanih jezgara, ali je ograničenje u ovom istraživanju bila nedostupnost većeg broja jezgara od 12. Ovo je konstatovano kao jedan od pravaca budućeg istraživanja u ovoj oblasti.

Rezultati u disertaciji potvrđuju hipotezu navedenu na početku ovog istraživanja, da metode koje u implementaciji paralelizma koriste paralelne thread-ove postižu bolje ubrzanje od metoda koje koriste paralelne procese. Uz postizanje dobre komunikacije među thread-ovima postiže se najveće ubrzanje procesa procjene predmetnih parametara. Primjena Pthread-ova pokazuje najveće ubrzanje (11,47 za 12 procesorskih jezgara), posebno u slučajevima kada je set podataka veći.

Kandidatkinja u tezi, na osnovu uporedne analize rezultata, predlaže korišćenje Pthread verzije paralelizovane aplikacije za estimaciju parametara Weibull distribucije na distribuiranom računarskom sistemu, naročito u uslovima korišćenja velikog broja mjerenih podataka i angažovanja većeg broja procesorskih jezgara.

Eksperimentalna verifikacija rezultata na realnim setovima podataka brzine vjetrova vršena je na zvaničnim izmjerenim podacima dobijenim od meteo stanica u Podgorici, Herceg Novom i Skadru. To su izmjerene vrijednosti brzine vjetrova na svakih 10 minuta, na 3 lokacije, u dvogodišnjem periodu (2013. i 2014.). Programi su izvršavani na računarskom klasteru kreiranom na Blade BL685c šasiji sa 2 CPU (AMD Opteron™ processor Model 8435) i sa 56 GB dostupne RAM memorije raspoloživom preko FP7 projekta SEE-GRID (South Eastern European Grid-enabled eInfrastructure Development). Kao platforma je korišćen open source operativni sistem Scientific Linux koji je jedna od verzija Red Hat Linuxa. Rezultati ove verifikacije potvrđuju zaključke dobijene primjenom generičkih podataka, uz očekivane osobine primjene rješenja na relativno malom setu podataka.

### 3. Konačna ocjena disertacije

Doktorska disertacija kandidatkinje MSc Sidite Duli predstavlja integralnu cjelinu koja sadrži originalni doprinos i niz značajnih naučnih rezultata, korektno jezički i stilski oblikovana i tehnički obrađena u skladu sa savremenim zahtjevima izrade publikacije u oblasti naučnoistraživačkog rada. Posebno treba istaći napor kandidata da tezu napiše na nematernjem jeziku.

U izradi disertacije kandidatkinja je pokazala izuzetan stepen poznavanja naučne osnove multidisciplinarnе problematike i akademsku upornost i istrajnost. Takođe, kandidatkinja je jasno i precizno postavila ciljeve i primijenila adekvatne metode istraživanja polazeći od postojećih rješenja opisanih u referentnoj literaturi. Sve dobijene rezultate je detaljno i kritički analizirala.

Sagledavanjem rezultata i zaključaka datih u disertaciji jasno se daju odgovori na postavljene ciljeve i hipoteze što govori u prilog zaključku da su isti ispunjeni. Takođe, date su

smjernice i za dalja istraživanja.

Predloženi metod procjene parametara Weibull distribucije demonstrirano je na primeru poboljšanja procesa procjene brzine vjetera na određenoj lokaciji, u cilju efikasnijeg planiranje odgovarajućih aktivnosti povezanih sa ovim parametrom. Ovo rješenje može da ima veliku primjenu, posebno u procesu planiranja proizvodnje električne energije u vjetrogeneratorskom sistemu. Naravno, postoje i mnoga druga polja primjene ovog rješenja ili samog metoda paralelizacije, čime se otvara prostor za dalja istraživanja u pravcu pronalaženja novih primjena ili implementacije novih ICT rješenja i tehnika u predloženom rješenju.

#### Originalni naučni doprinos

U disertaciji su detaljno analizirane metode paralelizacije sekvencijalnih programa sa ciljem iznalaženja najboljeg rješenja za proces estimacije parametara Weibull distribucije i primjenu predmetnih metoda na generičkim i realnim podacima brzine vjetera. U pogledu ostvarenog originalnog naučnog doprinosa disertacije, Komisija izdvaja sljedeće:

- Predloženo je originalno rješenje procjene brzine vjetera na određenoj lokaciji primjenom paralelizovane aplikacije estimacije parametara dvoparametarske Weibull distribucije u distribuiranom računarskom okruženju.
- Predstavljen je način (workflow) izbora adekvatne metode paralelizacije određenih programskih rješenja, izbora parametara i resursa koji utiču na kvantifikaciju performansi izvršavanja savremenih aplikacija na distribuiranim računarskim sistemima.
- Pokazano je da nije moguće optimizovati broj angažovanih jezgara u uslovima statičke alokacije resursa, što daje smjernicu za dalja istraživanja u pravcu iznalaženja novih algoritama dinamičke alokacije resursa.
- Pokazano je da, obzirom da postoje ograničenja u paralelizaciji koja zavise od dijela programa koji se mora izvršavati sekvencijalno, ne postoji generalno najbolji metod paralelizacije procesa na odgovarajućem distribuiranom sistemu, već se izbor vrši nakon detaljne analize, sprovedenih simulacija, mjerenja i računanja definisanih parametara, za različite primijenjene metode na partikularno rješenje.
- Definisani su pravci budućih istraživanja na osnovu izvršene analize prezentovanih rezultata i izvedenih zaključaka u disertaciji.

Dio ostvarenih rezultata, koji predstavljaju originalni naučni doprinos disertacije, publikovan je u časopisu sa SCI liste (kandidatkinja je prvi autor). Pored toga, kandidatkinja je



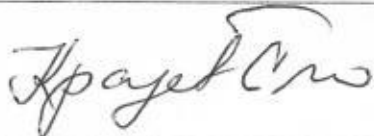
objavila još desetak radova sa rezultatima iz teze i u drugim relevantnim međunarodnim časopisima i konferencijama.

**Mišljenje i prijedlog komisije**

Na osnovu svega izloženog, Komisija konstatuje da disertacija ispunjava sve zakonske, formalne i suštinske uslove, kao i sve kriterijume koji se primjenjuju prilikom vrednovanja doktorske disertacije. Komisija smatra da doktorska disertacija kandidatkinje MSc Sidite Duli sadrži originalni naučni doprinos koji se prije svega ogleda u razvoju novih metoda procjene varijacije brzine vjetrova pomoću gustine raspodjele vjerovatnoće brzine vjetrova primjenom distribuiranih računarskih sistema i paralelnog programiranja.

Imajući u vidu kvalitet i obim ostvarenih rezultata, Komisija predlaže Vijeću Elektrotehničkog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da doktorsku disertaciju pod nazivom „*An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with applications*“ („*Jedan pristup paralelizaciji estimacije parametara Weibull distribucije sa primjenom*“), kandidatkinje MSc Sidite Duli, prihvate i odobre njenu javnu usmenu odbranu.

**KOMISIJA ZA OCJENU DOKTORSKE DISERTACIJE**

|  |  |
|--|--|
| Prof. dr Milutin Radonjić,<br>Univerzitet Crne Gore,<br>Elektrotehnički fakultet Podgorica,<br>Crna Gora |  |
| Doc. dr Slavko Gajin<br>Univerzitet u Beogradu<br>Elektrotehnički fakultet Beograd<br>Srbija             |  |
| Prof. dr Božo Krstajić,<br>Univerzitet Crne Gore,<br>Elektrotehnički fakultet Podgorica,<br>Crna Gora    |  |

**Datum i ovjera (pečat i potpis odgovorne osobe)**

U Podgorici, 18.05.2018. godine



DEKAN  
  
 Prof. dr Zoran Veljovic

|            |             |        |            |
|------------|-------------|--------|------------|
| Primijeno: | 04.04. 2018 |        |            |
| Org. jed   | Sl. broj    | Prilog | Vrijednost |
| 02/1       | 466         |        |            |

## VIJEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA

### I

## SENATU UNIVERZITETA CRNE GORE

### **Predmet: Ocjena doktorske disertacije kandidata MsC Sidite Duli**

Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 05.03.2018. godine, prihvatio je prijedlog Vijeća Elektrotehničkog fakulteta br. 02/1-85 od 23.01.2018. godine i Odlukom broj 03-319/2 od 05.03.2018. godine, imenovao nas je za članove Komisije za ocjenu doktorske disertacije pod nazivom: „*An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with applications*“ („*Jedan pristup paralelizaciji estimacije parametara Weibull distribucije sa primjenom*“), kandidatkinje MSc Sidite Duli. Nakon detaljnog proučavanja priložene doktorske disertacije, podnosimo sljedeći:

### IZVJEŠTAJ

#### 1. PREGLED DISERTACIJE

Doktorska disertacija „*An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with applications*“ („*Jedan pristup paralelizaciji estimacije parametara Weibull distribucije sa primjenom*“), kandidatkinje MSc Sidite Duli sadrži 130 stranice A4 formata. Sastoji se od rezimea (Abstract), spiska slika (Table of figures) i tabela (List of tables), uvoda (Introduction), 7 poglavlja (Chater), zaključka (Conlusion), spiska literature (References) sa 79 bibliografskih jedinica, jednog priloga (Appendix) i spiska skraćenica (List of Abbrevations). U poglavljima postoji ukupno 27 slika i 12 tabela. Teza je napisana na engleskom jeziku, a priložen je i Sažetak teze na crnogorskom jeziku koji sadrži 17 strana A4 formata.

U istraživanjima, koja su prezentovana u disertaciji, je izvršena analiza i upoređivanje metoda paralelizacije procesa estimacije parametra Weibull distribucije i primjena predmetnih metoda na generičkim i realnim podacima brzine vjetra na pojedinim lokacijama u Crnoj Gori i Albaniji. Disertacija predlaže unapređenje estimacije parametara Weibull distribucije, koristeći

najefikasniju metodu, među upoređenim u istraživanju, a prikazuje i upoređene brzine estimacije sa sekvencijalnom verzijom.

U **Uvodu (Introduction)** disertacije, nakon definisanja motiva, pravaca razvoja, prednosti i primjene distribuiranog računarstva i paralelnog programiranja, identifikovani su motivi i svrha istraživanja, definisan cilj istraživanja i izložena hipoteza da je izbor metoda paralelizacije jedan od presudnih faktora kvaliteta implementacije distribuiranog sistema. Objašnjena je uloga Weibull distribucije i estimacije njenih parametara u procesu analize brzine i snage vjetra za potrebe vjetroelektrana, kao sve popularniji oblik obnovljivih izvora energije, te doprinos ubrzanja procesa estimacije kao krajnjeg cilja ovog istraživanja.

U **prvom poglavlju („Architecture of distributed systems“)** je prezentovana kategorizacija računarskih sistema, opisani pojmovi i arhitektura distribuiranih sistema sa akcentom na računarski GRID sistema, a zatim detaljno objašnjene arhitekture višeprosorskih sistema sa zajedničkom i distribuiranom memorijom. Opisani su i različiti nivoi paralelizacije procesa kao i parametri za ocjenu performansi paralelizacije.

**Drugo poglavlje („Weibull distribution“)** donosi detaljan opis Weibull distribucije, njene funkcije gustine vjerovatnoće i analizu uticaja parametara na funkciju gustinu. Objašnjena je primjena metoda maksimalne sličnosti (Maximum Likelihood) u estimaciji parametara Weibull distribucije i implementacija iste u modelovanju promjene brzine i snage vjetra.

U **trećem poglavlju („Programming models and environments“)** prikazani su programski modeli koji opisuju paralelni računarski sistem u smislu semantike programskog jezika ili programskog okruženja. Fokus poglavlja je na opisivanje tri glavna modela: interfejs za prenos poruka (Message Passing Interface), programiranje niti (threads programming) i OpenMP (Open Multi Processing)

U **sledećem poglavlju („MPI Implementation in Weibull distribution parameter estimation“)** prikazana je analiza postupka i rezultati primjene MPI metoda paralelizacije na procjenu parametara Weibull distribucije. Postupak je primijenjen u brojnim estimacijama, kako na generičkim podacima tako i na realnim podacima, a rezultati i proračun ubrzanja procesa estimacije su prezentovani.

**Peto poglavlje („Posix implementation in Weibull distribution parameter estimation“)** daje opis postupka primjene paralelnog procesiranja niti (threads) na procjenu parametara Weibull distribucije i rezultate procjene ovih parametara za razne setove generičkih i realnih podataka o brzini vjetra. Dat je i proračun ubrzanja procesa u odnosu na broj korišćenih jezgara.

U šestom poglavlju („OpenMP implementation in Weibull distribution parameter estimation“) prikazani su rezultati implementacije OpenMP metoda paralelizacije u estimaciji parametara Weibull distribucije sa generičkim i realnim setovima podataka uz proračun ubrzanja procesa estimacije na raznim procesorskim platformama.

Sedmo poglavlje („Hybrid MPI/OpenMP implementation of Weibull distribution parameter estimation“) daje analizu postupka kombinacije metoda paralelizacije i komparaciju rezultata hibridnog modela sa pojedinačnim metodama u procjeni parametara Weibull distribucije. Prezentovani su rezultati komparativne analize ubrzanja procesa u odnosu na raspoloživi set procesorskih jezgara.

U **Zaključku** su data finalna zapažanja rezultata komparacije razmatranih metoda, istaknut doprinos rada i date su smjernice za dalja istraživanja.

## **2. VREDNOVANJE DISERTACIJE**

### **2.1 Problem**

Napredak u razvoju računarskih tehnologija doveo je do povećanog razvoja i svakodnevnog korištenja paralelnih i distribuiranih sistema za obradu podataka u realnom vremenu, smještanje i obradu unutar velikih baza podataka i izvršavanje komercijalnih aplikacija na udaljenim lokacijama. Distribuirani sistemi omogućavaju isporuku računarske snage neophodne za rešavanje kompleksnih problema sa zahtjevima koji prevazilaze mogućnosti najsnažnijih personalnih računara.

Paralelno programiranje je savremeni način obrade podataka u kome se određeni segmenti aplikacije obavljaju simultano na više procesora ili procesorskih jezgara. Zasniva se na principu podjele programskog koda na manje cjeline koje se zasebno izvršavaju. Razlozi za korištenje paralelnog procesiranja predstavljaju ušteda vremena izvršenja procesa, efikasnije izvršavanje kompleksnih aplikacija, omogućavanje konkurentnosti i iskorišćenje višeprocorskih resursa. Postoji više modela paralelnog programiranja, koji definišu različite nivoe paralelizacije kao i različite metode komunikacije između računarskih resursa koji učestvuju u obradi podataka. Postoje dvije osnovne paradigme paralelizacije koje se odnose na princip korišćenja memorijskog prostora, a to je paralelizacija sa zajedničkom i distribuiranom memorijom. Aktuelne metode paralelizacije iz prve grupe (dijeljena zajednička memorije) su OpenMP (Open Multi-Processing) i Pthreads (POSIX Threads), dok MPI (Message passing interface) metoda koristi distribuirane memorijske resurse. Moguće je i korišćenje kombinacije ovih metoda, pod nazivom hibridni model, tako da se pokušavaju koristiti prednosti oba modela i prilagoditi raznim funkcionalnim zahtjevima ali i programskom i infrastrukturnom okruženju. Osim metoda, značajan je i izbor



nivoa paralelizacije. paralelizacija procesa ili paralelizacija niti. Izbor adekvatne metode i nivoa paralelizacije je jedna od ključnih tačaka u procesu paralelizacije odgovarajuće aplikacije.

Programski model opisuje sistem paralelnog računarstva u smislu semantike programskog jezika ili programskog okruženja. Paralelni programerski model određuje programerov pogled na paralelni sistem tako što definiše kako on može da isprogramira algoritam. Postoji veliki broj različitih programerskih modela, a razlikuju se prema nizu kriterijuma: nivo paralelizma koji se koristi u paralelnom izvršenju, implicitna ili korisnički definisana eksplicitna specifikacija paralelizma, način na koji su paralelni dijelovi programa definisani, mod izvršenja paralelnih jedinica (SIMD ili SPMD, sinhroni ili asinhroni), modovi i obrazac komunikacije među kompjuterskim jedinicama radi razmjene informacija i mehanizmi sinhronizacije između paralelnih segmenata. Svaki paralelni programski jezik ili okruženje implementira gore navedene kriterijume i postoji veliki broj različitih mogućih kombinacija. Izbor adekvatnog programerskog modela, koji pruža mehanizme kojim programer može da definiše paralelne programe, je još jedan od izazova u procesu paralelizacije.

Nadalje, izbor tehnika za raspodjelu procesa paralelnog programa na više procesora predstavlja jedan od izazova paralelnih i distribuiranih računarskih sistema. Cilj ovih tehnika je unapređenje alociranja resursa (prije svega procesorskih jezgara) što dovodi do poboljšanja performansi sistema, smanjenja vremena izvršenja aplikacije, smanjenja kašnjenja u komunikaciji između procesa i povećanja iskoristivosti resursa. Podjela ovih tehnika na statičke i dinamičke se svodi na način dodjele resursa (jednog ili više jezgara procesora) procesima prije ili u toku rada paralelnog programa, a izbor je rezultata kompromisa između nivoa komunikacije između jezgara tokom trajanja paralelnih procesa i mjere iskorišćenja svakog procesorskog jezgra distribuiranog sistema.

Takodje, dimenzionisanje resursa distribuiranog sistema (prije svega broja procesorskih jezgara) je još jedan parametar za odluku u procesu implementacije paralelizacije određene aplikacije u kombinaciji sa izborom metoda. Kako, sa jedne strane, povećanje broja procesorskih jezgara alociranih određenom paralelizovanom procesu u distribuiranom sistemu doprinosi skraćanju vremena izvršenja to, sa druge strane, izaziva i povećanje angažovanje procesorskih jezgara na potrebnoj međusobnoj komunikaciji. Optimizacija broja jezgara alociranih za izvršenja procesa je dodatni izazov za postizanje maksimalnog ubrzanja izvršenja.

Konačno, svi navedeni parametre odlučivanja u procesu paralelizacije određene funkcije ili aplikacije zavise i od karakteristika same aplikacije. Mnoga naučna i stručna polja koriste paralelno računarstvo i distribuirane računarske sisteme za rješavanje numerički zahtjevnih problema u što kraćem vremenu. Takav je posao analize podataka koji se u kontinuitetu

prikupljaju sa mnogobrojnih metereoloških stanica. Jedan od bitnih podataka za praćenje i prognozu vremenskih uslova je analiza vjetra, sa svoja dva parametra: brzine i smjera. Kod farmi vetrenjača, električna energija koju generiše sistem prvenstveno zavisi od brzine vjetra i od standardne devijacije brzine vjetra, pa je estimacija ovih parametara presudna za sam proces proizvodnje. Varijacije brzine vjetra tokom godine se mogu opisati u okviru funkcije raspodjele vjerovatnoće. Da bi se iz krive snage turbine izračunala srednja snaga koju ona generiše, neophodno je znati gustinu raspodjele vjerovatnoće brzine vjetra. Jedan od najčešće korišćenih alata za izračunavanje brzine vjetra je Weibull distribucija.

Najopštiji oblik Weibull distribucije je distribucija sa tri parametra, parametar lokacije, parametar skale i parametar oblika. Parametar lokacije se često ne koristi, te na ovaj način Weibull distribucija može imati i dva parametra, a postoji i sa jedni parametrom. Postoje različite metode određivanja parametara Weibull distribucije. U literaturi i istraživanjima koja se bave procjenom snage vjetra se koristi Weibull distribucija sa dva parametra koji se estimiraju metodom maksimalne sličnosti (Maximum Likelihood). Potrebno je dovoljna količina podataka (set podataka) da bi se utvrdili Weibull parametri za određenu lokaciju. Nedovoljna brzina obrade podataka primjenom sekvencijalnog programiranja na velikom broju mjerenih podataka može značajno da ugrozi proces kratkoročnog planiranja proizvodnje energije. Paralelizacija procesa estimacije Weibull parametara i implementacija na distribuiranom sistemu, ako se uradi na adekvatan način, može značajno ubrzati sam proces procjene.

## **2.2 Ciljevi i hipoteze disertacije**

Osnovni cilj ove teze je komparativna analiza metode koje omogućavaju paralelizaciju procesa procjene parametara Weibull distribucije i preporuka metode koja dovodi do značajnijeg poboljšanja brzine estimacije razmatranih parametara, a time i procjene brzine vjetra u razmatranoj implementaciji. Validacija ovih metoda je izvršena poređenjem rezultata estimacije parametara sa sekvencijalnom verzijom programa za razne setove generičkih i realnih podataka mjerenjem i analizom ubrzanja i vremena estimacije.

Cilj ove disertacije bio je i analiza uticaja broja angažovanih procesorskih jezgara distribuiranog računarskog sistema, za razmatrane metode i setove podataka u paralelizovanom procesu estimacije parametara Weibull distribucije, na ubrzanje i vrijeme uzvršenja. Pored toga, cilj je bio i da se razmotri mogućnost optimizacije angažovanih računarskih resursa distribuiranog sistema za maksimalno ubrzanje sa minimumom potrebne međuprocenke komunikacije.

Jedan od važnih ciljeva bio je da se ispita mogućnost kombinacije dva metoda paralelizacije, odnosno da se kombinacijom metoda za programiranje zajedničke memorije na

jezgrima u distribuiranom računarskom sistemu i metoda koji ubrzava komunikaciju između jezgara i omogućava slanje kompleksnih struktura podataka dpostigne brža estimacija parametara za određene setove podataka.

Krajnji cilj same disertacije je bio da, za dati set realnih podataka, preporuči najbolji metod paralelizacije koji daje najbržu estimaciju parametara Weibull distribucije na raspoloživom distribuiranom računarskom sistemu.

Svi postavljeni ciljevi, definisani i u fazi prijave doktorske teze, sumarno su:

1. Analizirati i uporediti metode paralelizacije programa u distribuiranom računarskom sistemu;
2. Implementirati razne načine paralelizacije procesa estimacije parametara Weibull distribucije i mjeriti vrijeme potrebno za estimaciju i ubrzanje u odnosu na sekvencijalni program;
3. Analizirati uticaj broja procesorskih jezgara na kojima se izvršava paralelizovani kod i količine podataka na ubrzanje procesa i stepen odstupanja od linearnog ubrzanja;
4. Razmotriti mogućnost optimizacije angažovanih procesorskih jezgara distribuiranog računarskog sistema kako bi se postiglo maksimalno ubrzanje sa što većom efikasnošću;
5. Potvrditi ili opovrgnuti hipotezu da će metode koje implementiraju paralizam koristeći paralelne niti (threads) postići veće ubrzanje nego metode koje koriste paralelne procese;
6. Predložiti paralelizovanu metodu estimacije parametara Weibull distribucije na distribuiranom računarskom sistemu koja će imati ubrzanje blisko linaranom uz što kraće vrijeme izvršenja, a time kratko vrijeme proračun gustine raspodjele vjerovatnoće brzine vjetra;
7. Izvršiti eksperimentalnu verifikaciju rezultata na realnim setovima podataka brzine vjetra mjerenim u meteo stanicama u Podgorici, H. Novom i Skadru.

### **2.3 Rezultati disertacije i njihovo tumačenje sa zaključcima**

U disertaciji je izvršena analiza različitih metoda paralelizacije kako bi se uporedile i izdvojili kriterijumi za izbor adekvatne za konkretni program. Analizirane su, u literaturi aktuelne i praksi najkorišćenije, metode: MPI, POSIX, OpenMP i hibridna MPI/OpenMP. MPI se definiše kao biblioteka sa funkcijama implementiranim u C programskom jeziku, a MPI implementacije mogu biti kompajlirane na svakoj platformi koja podržava MPI standard. Prednosti razvijanja paralelnog koda uz pomoć MPI su prenosivost, efikasnost i fleksibilnost. Mogu se implementirati na velikom broju kompjuterskih platformi, od jednoprosorskih do HPC računarskih platformi. Ovaj model omogućava više kontrole nad protokom podataka i lokacijom podataka nego modeli

koji dijele zajedničku memoriju. Druga analizirana metoda je POSIX thread, a to je API thread koji je standardizovan kao POSIX 1003.1c-1995. Neformalni naziv je Pthread i čini ga skup C tipova podataka i funkcija opisanih u pthread.h i realizovanih u pratećoj biblioteci. Prednosti ove metode su mogućnost dijeljenja resursa i istog adresnog prostora, efikasnija komunikacija između niti, mogućnost izdvajanje djelovi programa prioritetom i upravljanje asinhronim događajima. Sledeća metoda koja se primjenjuje u arhitekturi dijeljenja memorije je OpenMP. OpenMP nije programski jezik sam po sebi, već radi u spoju sa standardnim programskim jezicima. Sastoji se od seta kompajlerskih direktiva koje opisuju paralelizma u source kodu. OpenMP pomaže uobičajenom programu da postigne paralelnost jednostavnim dodavanjem specifičnih programskih kodova. Prednosti OpenMP su: kontrola programera nad paralelizacijom, stvaranje niti i upravlja njima umjesto programera, mogućnost funkcionisanja i kao sekvencijalni programski kod i jednostavnost u upotrebi. Za određene klase aplikacija sa lako dostupnim multi-level paralelizmom, hibridni model može, kombinacijom dva različita modela, da ima bolje performanse od pojedinačnih. Prednosti ovog modela su u situacijama kad se želi prilagoditi arhitektura zajedničke memorije za primjenu na više SMP jezgara u računarskom klasteru ili potrebi za smanjenjem osjetljivosti MPI programa na međuprocensnu komunikaciju. Analiza je pokazala značajne različitosti karakteristika i načina primjene metoda ali i njihove sličnosti i prožimanja.

U tezi su prikazani rezultati 4 paralelizacije estimacije parametara dvoparametarske Weibull distribucije za generičke i mjerene podatke. Za svaku od analiziranih metoda prikazani su rezultati ubrzanja i efikasnosti paralelizacije (Amdahl's law) i vremena izvršenja u funkciji broja angažovanih procesorskih jezgara i za različite setove podataka. Rezultati na generičkim podacima (setovi podataka od  $5 \times 10^6$  i  $10 \times 10^6$ ) su usrednjavani na uzorku od 100 slučajno odabranih setova. U procesu kreiranja MPI verzije za određivanje Weibull parametara, naglašena je potreba za pažljivim određivanjem redoslijeda komunikacije između procesa jer on najviše utiče na ubrzanje programa. Rezultati pokazuju da paralelna verzija implementirana u MPI povećava ubrzanje, u poređenju sa rednom verzijom, posebno kada je set podataka mali. Ova verzija daje najbolje rezultate za najmanje setove podataka, a samim time pokazuje svoje najbolje performanse, uključujući ubrzanje i efikasnost, kod realnih podataka o vjetru. Za razliku od MPI, Pthreads i OpenMP implementacije, koristeći thread-ove, imaju brže preključenje na procesorska jezgra ali uz neophodno usporenje zbog organizacije zajedničke memorije. Upravo iz tog razloga, rezultati pokazuju da Pthread verzija pokazuje najbolje performanse u slučajevima kada je set podataka veći. Nadale, OpenMP dozvoljava specifikacije programa na višem nivou apstrakcije nego Pthread-ovi. Tokom implementacije paralelne verzije u OpenMP, nije bilo potrebno

eksplicitno napisati kod za sinhronizaciju što pojednostavljuje fazu implementacije. Ova verzija takođe pokazuje dobro ubrzanje i efikasnost. Rezultati implementacije hibridne verzije MPI i OpenMP pokazuju manje ubrzanje od MPI za manji broj jezgara ali se performanse poboljšavaju sa povećanjem broja jezgara i za manji set podatka.

Teza prikazuje uticaj broja angažovanih jezgara i količine podatka na performanse implementiranih metoda. Rezultati su u skladu sa Amdahl-ovim zakonom, koji definiše da je ubrzanje programa na višejezgarim i višeprocesornim sistemima ograničeno njegovim dijelom koji se mora izvršavati sekvencijalno, a ograničenja mogu poticati i od zavisnosti podataka i procesa unutar algoritma koji se implementira. U konkretnoj realizaciji se pokazuje da veći setovi podataka daju veće ubrzanje i efikasnost, a da efikasnost opada sa povećanjem broja jezgara uz povećanje ubrzanja koje sve više odstupa od idealnog linearnog ubrzanja.

Prikazani rezultati i zaključci pokazuju da nije moguće optimizovati broj angažovanih jezgara u konkretnoj aplikaciji jer povećanjem broja jezgara povećava ubrzanje, a smanjuje efikasnost. Dakle, uvijek je najbolje ubrzanje sa najvećim brojem angažovanih jezgara ali je ograničenje u istraživanju bila nedostupnost većeg broja jezgara od 12. Ovo je konstatovano kao jedan od pravaca budućeg istraživanja u ovoj oblasti.

Rezultati u disertaciji potvrđuju hipotezu navedenu na početku ovog istraživanja, da metode koje u implementaciji paralelizma koriste paralelne thread-ove postižu bolje ubrzanje od metoda koje koriste paralelne procese. Uz postizanje dobra komunikacija među thread-ovima postiže se najbolje ubrzanje procesa procjene predmetih parametara. Primjena Pthread-ova pokazuje svoje najveće ubrzanja (11,47 za 12 procesorskih jezgara) posebno u slučajevima što je set podataka veći.

Kandidatkinja u radu, na osnovu uporedne analize rezultata, predlaže korišćenje Pthread verzije paralelizovane aplikacije za estimacije parametara Weibull distribucije na distribuiranom računarskom sistemu posebno u uslovima korišćenja velikog broja mjerenih podataka i angažovanja većeg broja procesorskih jezgara.

Eksperimentalna verifikacija rezultata na realnim setovima podataka brzine vjetra vršena je na zvaničnim mjerenim podacima dobijenim od meteo stanica u Podgorici, H. Novom i Skadru. To su mjerene vrijednosti brzine vjetra svakih 10 minuta na 3 lokacije na dvogodišnjem nivou (2013. i 2014.). Programi su izvršavani na računarskom klasteru kreiranom na Blade BL685c šasiji sa 2 CPU (AMD Opteron™ processor Model 8435) sa 56 GB dostupne RAM memorije raspoloživom preko FP7 projekta SEE-GRID (South Eastern European Grid-enabled Infrastructure Development). The operating system was the Scientific Linux, which is a version

of the Red Hat Linux. Rezultati potvrđuju zaključke dobijene primjenom generičkih podataka uz očekivane osobine primjene rješenja na relativno malom setu podataka.

### **3. KONAČNA OCJENA DISERTACIJE**

Doktorska disertacija kandidatkinje MsC Sidite sadrži originalni doprinos i niz značajnih naučnih rezultata, a ujedno predstavlja integralnu cjelinu, korektno jezički i stilski oblikovanu i tehnički obrađenu u skladu sa savremenim zahtjevima izrade publikacije u oblasti naučnoistraživačkog rada. Posebno treba istaći napor kandidata da tezu napiše na nematernjem jeziku.

U izradi disertacije kandidat je pokazao izuzetan stepen poznavanja naučne osnove problematike, koja je multidisciplinarna, a jedan njen dio (computer science) se razvija enormnom brzinom. Takođe, kandidat je jasno i precizno postavio ciljeve i primijenio adekvatne metode istraživanja polazeći od postojećih rješenja opisanih u referentnoj literaturi. Sve dobijene rezultate je detaljno i kritički analizirao.

Sagledavanjem rezultata i zaključaka datih u disertaciji jasno se daju odgovori na postavljene ciljevi i hipoteze što govori u prilog zaključku da su isti ispunjeni. Takođe, date su smjernice i za dalje istraživanja.

Predloženi metod procjene parametara Weibull distribucije daje značajno poboljšanje u procesu procjene brzine vjetra na određenoj lokaciji, a time i pouzdanije planiranje odgovarajućih aktivnosti povezanih sa ovi parametrom. Ovo rješenje može da ima veliku primjenu posebno u procesu planiranje proizvodnje električne energije u vjetrogeneratorskom sistemu. No postoje i mnoga druga polja primjene ovog rješenja ili samo metoda paralelizacije, a time se otvara prostor i za dalja istraživanja u pravcu pronalaženja novih primjena i implementacije novih ICT rješenja i tehnika u predloženom rješenju.

### **4. ORIGINALNI NAUČNI DOPRINOS**

U disertaciji su detaljno analizirane metode paralelizacije sekvencijalnih programa sa ciljem iznalaženja najboljeg rješenja za proces estimacije parametra Weibull distribucije i primjena predmetnih metoda na generičkim i realnim podacima brzine. U pogledu ostvarenog originalnog naučnog doprinosa disertacije, Komisija izdvaja sljedeće:

- Predloženo je originalno rješenje procjene brzine vjetra na određenoj lokaciji primjenom paralelizovane aplikacije estimacije parametra dvoparametarske Weibull distribucije u distribuiranom računarskom okruženju;
- Predstavljen je način (workflow) izbora adekvatne metode paralelizacije određenih programskih rješenja, izbor parametara i resursa koji utiču na parametre performansi izvršenja savremenih aplikacije na distribuiranim računarskim sistemima;
- Pokazano je da nije moguće optimizovati broj angažovanih jezgara u uslovima statičke alokacije resursa, što daje smjernicu za dalja istraživanja u pravcu iznalaženja novih algoritama dinamičke alokacije resursa;
- Pokazano je da, obzirom da postoje ograničenja u paralelizaciji koja zavise od dijela programa koji se mora izvršavati sekvencijalno, ne postoji najbolji metod paralelizacije procesa na odgovarajućem distribuiranom sistemu, već da se svaka primjena metoda na na to rješenje mora detaljno analizirati, te procesom simulacija, mjerenja i računanja definisanih parametara izabrati;
- Definisani su pravci budućih istraživanja na osnovu izvršene analize prezentovanih rezultata i izvedenih zaključaka u disertaciji;

Dio ostvarenih rezultata, koji predstavljaju originalni naučni doprinos disertacije, publikovan je u časopisu sa SCI liste (kandidatkinja je prvi autor). Pored toga, kandidat je objavio još desetak radova sa rezultatima iz teze i u drugim relevantnim međunarodnim časopisima i konferencijama.

## 5. MIŠLJENJE I PRIJEDLOG KOMISIJE

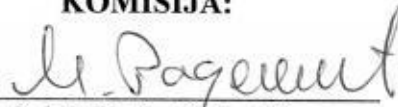
Na osnovu svega izloženog, Komisija konstatuje da disertacija ispunjava sve zakonske, formalne i suštinske uslove, kao i sve kriterijume koji se primjenjuju prilikom vrednovanja doktorske disertacije. Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata MsC Sidite Duli sadrži originalni naučni doprinos koji se prije svega ogleda u razvoju novih metoda procjene varijacije brzine vjetra tokom godine pomoću gustinu raspodjele vjerovatnoće brzine vjetra primjenom distribuiranih računarskih sistema i paralelnog programiranja.

Imajući u vidu kvalitet i obim ostvarenih rezultata, Komisija predlaže Vijeću Elektrotehničkog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da doktorsku disertaciju pod nazivom „*An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with*

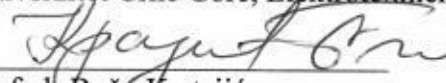
„An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameter estimators with applications“ („Jedan pristup paralelizaciji estimacije parametara Weibull distribucije sa primjenom“), kandidatkinje MSc Sidite Duli, prihvate i odobre njenu javnu usmenu odbranu.

Podgorica, 02.04.2018. godine

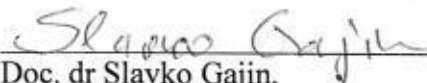
**KOMISIJA:**



Prof. dr Milutin Radonjić,  
Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet



Prof. dr Božo Krstajić,  
Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet



Doc. dr Slavko Gajin,  
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet



## Biografija - Milutin Radonjić

Prof. dr Milutin Radonjić je rođen 9.07.1966. godine u Beogradu. Osnovnu i srednju školu završio je u Titogradu, stekavši zvanje pomoćnog istraživača u matematici. Kao učenik osnovne škole ostvario je zapažene rezultate na takmičenju iz fizike u okviru pokreta "Nauka mladima". Nosilac je diplome "Luča".

Studije na Elektrotehničkom fakultetu završio je 1991. godine, sa prosječnom ocjenom 9,56. Kao student četvrte godine nagrađen je studentskom nagradom "19. decembar". Za vrijeme studija bio je korisnik stipendije Vlade Republike Crne Gore za talentovane studente. Od februara 1993. godine do danas radi na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici u zvanju asistenta pripravnika, asistenta, docenta i vanrednog profesora.

Postdiplomske studije završio je 1997. godine na ETF-u u Podgorici, na odsjeku za Računare, sa prosječnom ocjenom 10. Doktorsku tezu pod naslovom "Prilog analizi performansi CQ komutatora paketa sa stanovišta veličine i algoritama upravljanja redovima čekanja" odbranio je 19. maja 2011. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

U septembru 2012. godine izabran je u zvanje docenta, a u oktobru 2017. godine u zvanje vanrednog profesora na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore.

Oblasti njegovog naučnog interesovanja su: mikroprocesorski sistemi, računarske mreže, projektovanje digitalnih sistema.

Kao autor ili koautor objavio je sedam radova u referentnim međunarodnim časopisima sa SCI liste, više radova u regionalnim i domaćim časopisima, više od šezdeset radova na međunarodnim i regionalnim konferencijama i dva rada po pozivu na naučnim skupovima. Autor je zbirke zadataka u izdanju Univerziteta Crne Gore i koautor jednog udžbenika.

Član je IEEE i ACM. Član je i programskog odbora konferencije "Informacione tehnologije", uređivačkog odbora časopisa "ETF Journal of Electrical Engineering" i recenzent u više referentnih međunarodnih časopisa. Član je tehničkog komiteta za informacione tehnologije u Institutu za standardizaciju Crne Gore.

Učestvovao je kao član projektnog tima na po jednom međunarodnom COST i IPA projektu, na dva međunarodna projekta finansirana od strane EU kroz FP7 program, na dva bilateralna projekta, na dva nacionalna projekta i na prvom centru izvrsnosti u Crnoj Gori (BIO-ICT). Ima i višegodišnje uspješno iskustvo u saradnji sa privrednim subjektima na mnogobrojnim projektima.

Za vrijeme rada na međunarodnim projektima imao je kraće studijske boravke na University of Ghent (Belgija) i u kompaniji Erikson Nikola Tesla (Hrvatska).

Od septembra 2013 godine do danas obavlja funkciju prodekana za razvoj i istraživanje na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore.

Najvažnije reference - Milutin Radonjić

Časopisi sa SCI/SCIE liste:

- Gardasevic G., Veletic M., Maletic N., Vasiljevic D., Radusinovic I., Tomovic S., Radonjic M., "The IoT Architectural Framework, Design Issues and Application Domains", *Wireless Personal Communications*, Vol 92, No 1, January 2017, pp. 127-148, ISSN: 0929-6212, (print version), ISSN: 1572-834X (Online). DOI: 10.1007/s11277-016-3842-3  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&Full=Wireless%20Personal%20Communications>
- Radonjic M., Ljumovic N., Misovic D., Maljevic I., Yoshigoe K., Radusinovic I., "CQ Ethernet Switch Implementation on the NetFPGA Platform", *Wireless Personal Communications*, Vol 92, No 1, January 2017, pp. 5-19, ISSN: 0929-6212, (print version), ISSN: 1572-834X (Online). DOI: 10.1007/s11277-016-3835-2  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&Full=Wireless%20Personal%20Communications>
- Gardasevic G., Divanovic S., Radonjic M., Radusinovic I., "A QoS-aware Dual Crosspoint Queued switch with Largest Weighted Occupancy First scheduling algorithm", *IEICE Transaction on Communications*, Vol.E98-B, No.01, January 2015, pp. 201-208, ISSN: 0916-8516 (print version), ISSN: 1745-1345 (Online). DOI: <http://doi.org/10.1587/transcom.E98.B.201>  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&ISSN=0916-8516>
- Radusinovic I., Radonjic M., Simurina A., Maljevic I., Veljovic Z., "A new analytical model for the CQ switch throughput calculation under the bursty traffic", *International Journal of Electronics and Communications (AEU)*, Vol. 66, No 12, December 2012, pp.1038– 1041, ISSN: 1434-8411. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeue.2012.05.009>  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&ISSN=1434-8411>
- Radonjic M., Radusinovic I., Simurina A., Banovic D., "A New Analytical Model for the CQ Switch Performance Analysis under the Bursty Traffic", *IEICE Transaction on Communications*, Vol.E95-B, No.2, February 2012, pp.595-598, ISSN: 0916-8516 (print version), ISSN: 1745-1345 (Online). DOI: <http://dx.doi.org/10.1587/transcom.E95.B.595>  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&ISSN=0916-8516>
- Radonjic M., Radusinovic I., "Impact of scheduling algorithms on performance of crosspoint-queued switch", *Annals of Telecommunications*, Vol 66, No 5-6, May/June 2011, pp.363-376, ISSN: 0003-4347 (print version), ISSN: 1958-9395 (electronic version). DOI: 10.1007/s12243-010-0214-y  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&ISSN=0003-4347>
- Radonjic M., Radusinovic I., Cvorovic J., Yoshigoe K., "Iterative throughput calculation for crosspoint queued switch", *IEICE Transactions on Communications*, Vol E93-B, No 12, December 2010, pp. 3635-3638, ISSN: 0916-8516 (print version), ISSN : 1745-1345 (Online). DOI: <http://dx.doi.org/10.1587/transcom.E93.B.3635>  
<http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&ISSN=0916-8516>

Radovi u međunarodnim časopisima koji nisu na SCI/SCIE listi:

- Radonjic M., Radusinovic I., Maljevic I., Banovic D., "CQ Switch Analysis under Traffic Overload", *Telfor Journal*, Vol.3, No.1, 2011., pp. 19 – 22, ISSN: 1821-3251.
- Radonjic M., Radusinovic I., Maljevic I., "Packet Delay Variation Analysis of the CQ Switch", *Telfor Journal*, Vol.4, No.1, 2012., pp. 8-13, ISSN: 1821-3251.

Radovi u SCOPUS-u:

- Radonjic M., Radusinovic I., "Buffer length impact to crosspoint queued crossbar switch performance", *Proc. of 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (Melecon 2010)*, pp. 119-124, Valletta, Malta, April 2010. DOI: 10.1109/MELCON.2010.5476326
- Radonjic M., Radusinovic I., "Buffer Length Impact to 32x32 Crosspoint Queued Crossbar Switch Performance", *Proc. of 15th IEEE symposium on Computers and Communications (ISCC 2010)*, pp. 954-959, Riccione, Italy, June 2010. DOI: 10.1109/ISCC.2010.5546762
- Radonjic M., Radusinovic I., "Average Latency and Loss Probability Analysis of Crosspoint Queued Crossbar Switches", *Proc. of 52nd International Symposium ELMAR-2010*, pp. 203-206, Zadar, Croatia, September 2010.
- Radonjic M., Radusinovic I., Veljovic Z., Maljevic I., "Performance evaluation of Crosspoint Queued Switch Under the Heavy Traffic", *Proc. of 16th IEEE symposium on Computers and Communications (ISCC 2011)*, pp. 943-949, Corfu, Greece, June 2011. DOI: 10.1109/ISCC.2011.5983963
- Misovic D., Ljumovic N., Radonjic M., Radusinovic I., "Implementation of the Crosspoint-Queued Switch's Output Controller on the NetFPGA Platform", *Proc. of 53rd International Symposium ELMAR-2011*, pp. 235-238, Zadar, Croatia, September 2011.
- Ljumovic N., Mišović D., Radusinović I., Radonjic M., Banovic D., "Buffer size impact on the CQ Ethernet switch performance", *Proc. of 19th Telecommunication Forum TELFOR 2011*, pp. 186-189, Belgrade, Serbia, November 2011. DOI: 10.1109/TELFOR.2011.6143522
- Radonjic M., Radusinovic I., Banovic D., Maljevic I., "Packet delay variation analysis of the CQ switch under uniform traffic", *Proc. of 19th Telecommunication Forum TELFOR 2011*, pp. 190-193, Belgrade, Serbia, November 2011. DOI: 10.1109/TELFOR.2011.6143523
- Radonjic M., Radusinovic I., Maljevic I., "Packet Delay Variance Analysis of the CQ Switch Under the Unbalanced Traffic", *Proc. of 16th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (Melecon 2012)*, pp. 1005-1008, Yasmine Hammamet, Tunisia, March 2012. DOI: 10.1109/MELCON.2012.6196597
- Divanovic S., Kovacevic V., Radonjic M., Yoshigoe K., Radusinovic I., "Crosspoint Queued Switch Performance Analysis Under Multicast Traffic", *Proc. of 20th Telecommunication Forum TELFOR 2012*, pp. 226-229, Belgrade, Serbia, November 2012. DOI: 10.1109/TELFOR.2012.6419187
- Radonjic M., Maljevic I., Lekic N., Radusinovic I., "Performance Analysis of Variable Packet Size Crosspoint-Queued Switch", *Proc. of IEEE Eurocon 2013*, pp. 673-678, Zagreb, Croatia, July 2013. DOI: 10.1109/EUROCON.2013.6625053

- Maletic N., Divanovic S., Radonjic M., Radusinovic I., Gardasevic G., "Performance Evaluation of Dual Crosspoint Queued Crossbar Packet Switch", Proc. of TELSISKS 2013, pp. 145-148, Nis, Serbia, October 2013. DOI: 10.1109/TELSISKS.2013.6704910
- Divanovic S., Radonjic M., Gardasevic G., Radusinovic I., "Dynamic Weighted Round Robin in Crosspoint Queued Switch", Proc. of 21th Telecommunication Forum TELFOR 2013, pp. 109-112, Belgrade, Serbia, November 2013. DOI: 10.1109/TELFOR.2013.6716184
- Radusinovic I., Divanovic S., Radonjic M., "Analysis of WRR Scheduling Algorithm Frame Size Impact on CQ switch Performance", Proc. of 17th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (Melecon 2014), pp. 403-407, Beirut, Lebanon, April 2014. DOI: 10.1109/MELCON.2014.6820568
- Zaric N., Radonjic M., Kyriazakos S., Pejanovic-Djurisic M., "Automated Algorithm for Classification of Water-flow Signals to Support Ambient Assisted Living Applications", Proc. of 22nd Telecommunication Forum TELFOR 2014, pp. 31-34, Belgrade, Serbia, November 2014.
- Zaric N., Radonjic M., Pejanovic-Djurisic M., Radusinovic I., "An Example of Monitoring System with Reasoning Module for Ambient Assisted Living Application", Proc. of IEEE Eurocon 2015, pp. 30-35, Salamanka, Spain, September 2015.
- Tomovic S., Radonjic M., Radusinovic I., "Bandwidth-Delay Constrained Routing Algorithms for Backbone SDN Networks", Proc. of TELSISKS 2015, pp. 227-230, Nis, Serbia, October 2015.
- Savic T., Radonjic M., "One Approach to Weather Station Design Based on Raspberry Pi Platform", Proc. of 23rd Telecommunication Forum TELFOR 2015, pp. 623-626, Belgrade, Serbia, November 2015.
- Savic T., Radonjic M., "Proposal of Solution for Automated Irrigation System", Proc. of 24th Telecommunication Forum TELFOR 2016, pp. 647-650, Belgrade, Serbia, November 2016.



**Univerzitet Crne Gore**  
adresa / address\_ Cetinjska br. 2  
81000 Podgorica, Crna Gora  
telefon / phone \_00382 20 414 255  
fax\_ 00382 20 414 230  
mail\_rektorat@ac.me  
web\_www.ucg.ac.me  
**University of Montenegro**

Broj / Ref 03-2655  
Datum / Date 16.10.2017

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“ br. 44/14, 47/15,40/16,42/17) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 16.oktobra 2017.godine, donio je

## **ODLUKU O IZBORU U ZVANJE**

**Dr Milutin Radonjić bira se u akademsko zvanje vanredni profesor za oblast Digitalni sistemi i informatika na Elektrotehničkom fakultetu, na period od pet godina.**

**Senat Univerziteta Crne Gore  
Predsjedavajući**



**Prof.dr Danilo Nikolić, v.f.rektora**

Crna Gora  
UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

|           |            |        |            |
|-----------|------------|--------|------------|
| Prijemno: | 18.10.2017 |        |            |
| Org. jed. | Broj       | Prilog | Vrijednost |
| 02/11     | 2026       |        |            |

Prof. dr Božo Krstajić. redovni profesor

### • **Kratka biografija**

Rođen je 7. aprila 1968. god. u Žabljaku, gdje je završio osnovnu školu i prva dva razreda srednjeg usmjerenog obrazovanja. Srednju školu je završio u gimnaziji "Slobodan Škerović" u Podgorici. Na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici je diplomirao marta 1992. godine sa prosječnom ocjenom 9,87, a diplomski rad "YAMABICO - upravljanje mobilnim robotom" je odbranio sa ocjenom 10. Dobitnik je studentske nagrade "19. decembar" i Plakete Univerziteta kao najbolji student Univerziteta 1991. god. Postdiplomske studije je upisao na istom fakultetu 1992. godine, na Odsjeku robotike i vještačke inteligencije. Ispite na postdiplomskim studijama je položio sa prosječnom ocjenom 10, a magistarski rad pod nazivom "Modifikovani adaptivni LMS algoritmi" je odbranio 1996. godine. Doktorsku disertaciju, pod nazivom "Novi pristup LMS adaptivnom algoritmu sa promjenljivim korakom", odbranio je 20. 12. 2002. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

U zvanje docenta je izabran 09.07.2003. godine, u zvanje vanrednog profesora 02.10.2008. godine, a zvanje redovnog profesora 19.12.2013. godine na Univerzitetu Crne Gore. Bio je visiting profesor od 2004. do 2007. godine na univerzitetu "Luigi Gurakuqi" u Skadru, Albaniji. Bio je direktor Centra informacionog sistema UCG od 2003. do 2015. godine.

Autor je ili koautor dvije monografije, više udžbenika za osnovnu školu iz oblasti informatike i više autorizovanih skripti za potrebe nastave na predmetima na kojima je angažovan. Do sada je objavio preko 100 naučnih i stručnih radova u časopisima i na konferencijama. Mentor je na 2 doktorskom radu i 5 magistarskih radova, a pod njegovim mentorstvom su uspješno završena: 2 doktorska, 10 magistarskih i preko 150 diplomskih i specijalističkih radova. Recenzirao je više naučnih radova u istaknutim svjetskim časopisima iz oblasti adaptivnih algoritama i računarskih sistema.

Koordinirao je i učestvovao u više značajnih evropskih projekata kao predstavnik Univerziteta Crne Gore, a koje finansira Evropska unija u okviru FP6, FP7, TEMPUS, IPA i H2020 programa (SEEREN2, SEE-GRID2, SEE-GRID-SCI, SEERA-EI, GEANT3, NQF&QHE, GEANT3+, HPSEE, EGI-Inspire, DL@WEB, RINGINDEA, FORSEE, CONGRAD, GN4 i VI-SEEM). Angažovan je od strane više kompanija i institucija u Crnoj Gori i van nje kao stručni ICT konsultant ili projektant, te je projektovao i realizovao više značajnih stručnih projekata. Od strane sudova u Crnoj Gori je angažovan kao sudski vještak za oblast ICT-a.

Predsjednik je organizacionog i programskog odbora domaćeg naučno-stručnog skupa »INFORMACIONE TEHNOLOGIJE« koja se već 23 godine organizuje i editor je zadnjih 9 zbornika ove konferencije. Takodje je član programskih odbora dvije međunarodne konferencije: "Balkan Conference in Informatics" i "RoEduNet Conference: Networking in Education and Research" kao i član Predsjedništva ETRAN-a. Član je međunarodne asocijacije elektro inženjera – IEEE, inženjerske komore Crne Gore, Internet zajednice ISOC i Ubuntu zajednice Crne Gore. Menadžer je lokalne CISCO akademije. Pokretač je MREN-a (Montenegrin Research and Education Network) i član njegovog upravnog odbora. Osnivač je prvog IXP-a u Crnoj Gori (MIXP).

Govori engleski jezik, a služi se i ruskim jezikom.

- **Najvažnije i najsvježije reference iz oblasti doktorata (radovi 1,2,3,4, 5, 6 i 7 su u časopisima sa SCI liste):**

1. T. Popovića, N. Latinović, A. Pešić, Ž. Zečević, **B. Krstajić** i S. Djukanović, „Architecting an IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological

- monitoring: A case study", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 140, August 2017, pp 255-265, ISSN 0168-1699, doi.org/10.1016/j.compag.2017.06.008, Elsevier
2. L. Filipović, D. Mrdak and **B. Krstajić**, „Performance evaluation of parallel DNA multigene sequence analysis", *Comptes rendus de l'Académie bulgare des sciences*, Vol 69, No. 4, 2016. pp.489-496. Print ISSN 1310-1331, Online ISSN 2367-5535.
  3. Ž. Zečević , **B. Krstajić** and M. Radulović, „Frequency-domain adaptive algorithm for improving the active noise control performance", *IET Signal Processing*, Volume 9, Issue 4, June 2015, p. 349 – 356 DOI: 10.1049/iet-spr.2014.0182 , Print ISSN 1751-9675, Online ISSN 1751-9683.
  4. Ž. Zečević , **B. Krstajić** and M. Radulović, „A new adaptive algorithm for improving the ANC system performance", *AEU-INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS*, DOI: 10.1016/j.aeue.2014.11.002, (ISSN:1434-8411), publikovan online 11/2014., Elsevier
  5. S. Duli, **B. Krstajić**, "Parallel Implementation of the Weibull Distribution Parameters Estimator", *The Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*, ISSN 1311-5065, Vol.15, No 1., pp 287 – 293, 2014. SciBulCom Ltd
  6. **B. Krstajić**, Ž. Zečević and Z. Uskoković, » Increasing convergence speed of FxLMS algorithm in white noise environment " *AEU-INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS*, DOI: 10.1016/j.aeue.2013.04.012, (ISSN:1434-8411), publikovan online 2013., Elsevier
  7. T. Popović, M. Kezunović and **B. Krstajić**, »Smart grid data analytics for digital protective relay event recordings", *INFORMATION SYSTEMS FRONTIERS*, DOI: 10.1007/s10796-013-9434-9, (ISSN: 1387-3326, online ISSN 1572-9419),2013., Springer..
  8. L. Filipović, D. Mrdak and **B. Krstajić**, „Performance Evaluation of Computational Phylogeny Software in Parallel Computing Environment", *ICT Innovations 2012 Advances in Intelligent Systems and Computing*, volume 207, pp 255-264, DOI: 10.1007/978-3-642-37169-1\_25, (ISSN 978-3-642-37168-4, online ISSN 978-3-642-37169-1), 2013., Springer..
  9. L.Filipović, **B. Krstajić**, „Modified master-slave algorithm for load balancing in parallel applications", *ETF Journal of ELECTRICAL ENGINEERING*, vol. 20, No.1, pp. 74-83, 2014.
  10. S. Duli, **B.Krstajić**, "Parallel computing of weibull distribution parameters", *Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra*, volume 62, ISBN: 2221-6847, pp. 7-14, March 2012.



Број: 08-1704  
Датум, 19.12.2013 г.

Ref: \_\_\_\_\_  
Date, \_\_\_\_\_

Na osnovu člana 75 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Sl.list RCG, br. 60/03 i Sl.list CG, br. 45/10 i 47/11) i člana 18 stav 1 tačka 3 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 19.12.2013. godine, donio je

### ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr **BOŽO KRSTAJIĆ** bira se u akademsko zvanje **redovni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: Operativni sistemi, osnovne studije-ETR, Adaptivni sistemi upravljanja-specijalističke studije EA, Modelovanje i simulacija dinamičkih sistema-specijalističke studije EA, na **Elektrotehničkom fakultetu** i Automatsko upravljanje, na **Mašinskom fakultetu**.

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ  
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Број: 02/1-2132  
Подгорика, 25.12. 2013. г.



REKTOR

*Prof. dr Predrag Miranović*  
Prof. dr Predrag Miranović



## **dr Slavko Gajin**

Nodilova 7, 11000 Beograd

tel. +381.65.3031258

email: [slavko.gajin@rcub.bg.ac.rs](mailto:slavko.gajin@rcub.bg.ac.rs)

### **Biografski podaci**

Slavko Gajin je rođen u Zemunu 1968. godine. Nakon završetka srednje škole "Matematička gimnazija" u Beogradu 1997. god. i sticanja diplome Vuk Karadžić, upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu (ETF), smer računarska tehnika i informatika, nakon čega je odslužio vojni rok. ETF je završio u roku, 1993. godine, sa prosečnom ocenom 9.12. Na Elektrotehničkom fakulteta u Beogradu je odbranio magistarsku tezu pod nazivom "Analiza adaptivnosti modela zaokreta u čvrstospregnutim multiračunarskim mrežama", a 2007. godine i doktorsku disertaciju pod nazivom "Opšti model determinističkog rutiranja u multiračunarskim mrežama".

Neposredno pred završetak studija zaposlio se u Računarskom centru Univerziteta u Beogradu (RCUB). Krajem maja meseca 1999. god. raspoređen je na mesto zamenika direktora RCUB, a krajem 2010. godine imenovan je na mesto direktora RCUB-a.

Od 2008. godine izabran je u zvanje docenta i angažovan je u nastavi na Elektrotehničkom fakulteta Univerziteta u Beogradu na osnovnim, master i doktorskim akademskim studijama. Od 2009. godine angažovan je i kao docent u nastavi na Elektrotehničkom fakultetu u Banjoj Luci.

Bio je mentor jednog svršenog studenta doktorskih studija.

### **Naučno-stručna delatnost**

Autor je poglavlja u knjizi međunarodnog značaja i 33 naučnih radova i to: 7 radova u međunarodnim naučnim časopisima sa impakt faktorom, 13 radova prezentovanih ili objavljenih u zbornicima radova na međunarodnim naučnim skupovima, autor poglavlja u knjizi međunarodnog značaja, 6 predavanja po pozivu ili tutorijali na međunarodnim skupovima, 1 rad u domaćim časopisima, 12 radova u zbornicima radova domaćih skupova, 3 predavanja po pozivu ili tutorijali na skupovima nacionalnog značaja.

Od 1997. godine učestvovao je na 4 istraživačko-tehnološka projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, na kojima je radio najpre kao istraživač, a kasnije i kao rukovodilac tima. Od 2002. godine učestvovao je na 10 evropskih projekata i to 8 FP projekata (FP5, FP6 i FP7), dva H2020 projekta, 1 TEMPUS i 1 INTERREG projekat, kao član ili rukovodilac tima.

Učesnik je sledećih tekućih međunarodnih i domaćih naučno-istraživačkih i tehnoloških projekata:

1. H2020 GN4-phase2 - "Multi-Gigabit European Research and Education Network and Associated Services", 1.5.2015.-30.4.2016., [www.qeant.net](http://www.qeant.net)
2. „Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – međusobni uticaju", evidencioni broj 36035, 2011-2017. god.

Rukovodilac je sledećih projekata (navedeni su samo projekti rađeni u poslednjih 5 godina, dok je kompletan spisak u prilogu):

1. Razvoj, implementacija i održavanje informacionog sistema za obračun i naplatu električne energije, RTV pretplatu i pružanje elektrodistributivnih usluga potrošačima, EDB, 2006-2013.
2. Matična evidencija osiguranih lica, RFZO, 2002–danas

3. Elektronsko fakturisanje lekova i pomagala propisanih na teret sredstava Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje, RFZO, 2002–danas
4. Elektronska evidencija propisanih i izdatih lekova pod specijalnim režimom izdavanja, RFZO, 2002–danas
5. Zdravstveni informacioni sistem primarne zdravstvene zaštite, 2005–danas
6. Razvoj, implementacija i održavanje Informacionog sistem za magacinsko, materijalno i pogonsko knjigovodstvo, NBS-ZIN, 2009-danas
7. Razvoj, implementacija i održavanje informacionog sistema za praćenje proizvoda NBS-ZIN od posebnog interesa, NBS-ZIN, 2007–danas
8. Podsystem za podršku rada pisarnice Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje, 2009–danas
9. Razvoj, implementacija i održavanje Opštinskog informacionog sistema – OpIS, 2000-danas
10. Razvoj, implementacija i održavanje Softverskog sistema za evidenciju matičnih knjiga, 2004-danas
11. Informacioni sistem i monitoring računarskih mreža – NetIIS, 2002-danas
12. NetVizura NetFlow Analyzer – softverski sistem za analizu mrežnog saobraćaja na bazi Cisco NetFlow tehnologije, 2013-danas
13. NetVizura EvenLog Analyzer – softverski sistem za analizu syslog i snmp trap poruka, 2013-danas
14. NetVizura DNS Analyzer – softverski sistem za testiranje DNS domena, 2013-danas
15. NetVizura NetFlow Monitor – softverski sistem za monitoring računarskih mreža, 2015-danas

### **Profesionalna delatnost i društvena aktivnost**

Članstvo u programskim odborima međunarodnih konferencija:

1. Member of Technical Program Committee of ICT Conference & Exhibition – INFOTECH ([www.infotech.org.rs](http://www.infotech.org.rs))
2. Member of Technical Program Committee of Smart E-Government International Conference and Exhibition ([www.smartegov.rs](http://www.smartegov.rs))
3. Member of Technical Program Committee of Conference ICT INOVATIONS, Association for Information and Communication Technologies ICT-ACT ([www.ict-act.org](http://www.ict-act.org))

Članstvo u međunarodnim i domaćim stručnim telima:

1. Nacionalni predstavnik u stručnom telu „e-Infrastructure Reflection Group“ (e-IRG), koje ima savetodavnu ulogu Evropske komisije u oblasti elektronskih infrastruktura
2. Inženjerska komora Srbije

### **Priznanja i nagrade**

1. Plaketa Društva za informatiku Srbije za izvanredan doprinos u razvoju informatike u 2002. godini (projekat NetIS, RCUB).

## Spisak radova, tehničkih rešenja i projekata – doc. dr Slavko Gajin

Poglavlje u knjizi međunarodnog značaja:

1. Slavko Gajin, Chapter 2, "Video services in Serbia's Academic Network", book: "Video Conference as a tool for Higher Education", Firenze University Press, 2012, ISBN 978-88-6655-102-7, (M14)

Radovi u međunarodnim naučnim časopisima sa impakt faktorom:

1. Slavko Gajin, Zoran Jovanovic, "An Accurate Performance Model for Network-on-Chip and Multicomputer Interconnection Networks", Journal of Parallel and Distributed Computing, October 2012, Volume 72, Issue 10, p. 1280–1294, ISSN: 0743-7315, IF(2011)= 0.859, (M23)
2. Slavko Gajin, Zoran Jovanović, "Explanation of Performance Degradation in Turn model", The Journal of Supercomputing, 37, 271-295, September 2006., Vol. 37, Issue 3, p. 271-295, Online ISSN 0920-8542, IF(2006)= 0.398, (M23)
3. N. Ninković, S. Gajin, I. Reljin, Packet Dispersion Strategy Evaluation from the Perspective of Packet Loss Pattern and VoIP Quality, COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS - COMSIS, pp. 1-23, 2015. (M23)
4. Y. Abuadlla, G. Kvaščev, S. Gajin, Z. Jovanović, Flow-Based Anomaly Intrusion Detection System Using Two Stages Neural Network, Computer Science and Information Systems, COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS - COMSIS, Vol. 11, No. 2, pp. 601-622, Jun, 2014.(M23)
5. N. Ninković, Ž. Bojović, S. Gajin, A Novel Scheme for Dynamic Triggering Of Packet Dispersion, ELEKTRONIKA IR ELEKTROTEHNIKA, Vol. 20, No. 5, pp. 162-169, 2014. (M23)
6. B. Jovanović, S. Gajin, An efficient mechanism of cryptographic synchronization within selectively encrypted H.265/HEVC video stream, Multimedia Tools and Applications (2017), pp. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4389-3>, (M22)
7. V. Blagojević, D. Bojić, M. Bojović, M. Cvetanović, J. Đorđević, Đ. Đurđević, B. Furlan, S. Gajin, Z. Jovanović, D. Milićev, V. Milutinović, B. Nikolić, J. Protić, M. Punt, Z. Radivojević, Ž. Stanisavljević, S. Stojanović, I. Tartalja, M. Tomašević, P. Vuletić, A Systematic Approach to Generation of New Ideas for PhD Research in Computing, ADVANCES IN COMPUTERS, Vol. 104, pp. 1-31, Feb, 2017 (M23)

Radovi prezentovani ili objavljeni u zbornicima radova na međunarodnim naučnim skupovima:

1. Slavko Gajin, European Cloud Collaboration Through GEANT, Networking in Education and Research, RoEduNet IEEE International Conference, 16<sup>th</sup> edition, 21-23 September, 2017, Targu Mures, Romania (M32)
2. Valentina Timčenko, Slavko Gajin, "Ensemble classifiers for supervised anomaly based network intrusion detection", IEEE 13th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2017), September 7 - 9, 2017 in Cluj-Napoca, Romania, ISBN: 978-1-5386-3367-0
3. Ibrahim Juma, Slavko Gajin, „Intrusion Detection System SDN-Based, Literature review”, INFOTEH-JAHORINA, Bosnia and Hercegovina, Vol. 16, March 2017, ISBN 978-99976-710-0-4
4. Marko Mišić, Slavko Gajin, Korišćenje Mininet okruženja za simulaciju softverski definisanih mreža, 22nd Telecommunications Forum, TELFOR 2014 (25.11.2014 - 27.11.2014)

5. Slavko Gajin, Petar Bojović: "Monitoring, analyzing and cleaning DNS configuration errors across European NRENs", TERENA Networking Conference 2013, Maastricht, Netherlands, 2013. (napomena: prihvaćen rad, konferencija se održava 2.-6. jun 2013.), (M32)
6. Mirjana Devetaković, Mila Pucar, Slavko Gajin, „A Knowledge Base supporting the Technological Research Project TR36035 on Climate Changes and Urban Development“, ICIST 2013 - 3rd International Conference on Information Society Technology and Management, Kopaonik 2013. god., (M34)
7. M Savic, S Gajin, M Bozic, "SNMP based Grid infrastructure monitoring system", IEEE MIPRO, 2011 Proceedings of the 34th International Convention, p. 231-235, (M31)
8. Slavko Gajin, Vedrin Jeliazkov, Constantinos Kotsokalis, Yannis Mitsos: "Seamless Integration of Network Management Tools in a Multi-Domain Environment", Integrated Network Management, 2007. IM'07. 10th IFIP/IEEE International Symposium on. IEEE, 2007. p. 745-748., (M34)
9. Zoran Jovanović, Slavko Gajin, Mara Bukvic, Pavle Vuletic, Djordje Vulović: The Optical NREN of Serbia and Montenegro - New Solutions in Infrastructure and Monitoring, u "One step ahead", The 20th Trans European Research and Education Networking Conference, June 7-10, 2004, Rhodes, Greece, Selected Papers, ISBN 90-77559-04-3, <http://www.terena.org/publications/tnc2004-proceedings/>, (M31)
10. Z. Jovanović, S. Gajin, M. Bukvic, P. Vuletic, Dj. Vulović: The optical NREN of Serbia and Montenegro, Fourth Yugoslavia-Japan Joint Workshop on Computer Simulation Science (3JW), September 2004, Tara, Yugoslavia, (M31)
11. Z. Jovanović, S. Gajin: Network of Serbia & Montenegro, Thessaloniki, SEEREN inauguration event, January 2004., (M35)
13. Z. Jovanović, S. Gajin: "Simulation of the Turn Model" First Yugoslavia-Japan Joint Workshop on Computer Simulation Science (3JW), 1-2 September 2000., Belgrade, Yugoslavia, (M31)

Predavanja po pozivu ili tutorijali na međunarodnim skupovima:

1. Slavko Gajin, "Monitoring and analyzing audio, video, and multimedia traffic on the network", Campus network monitoring workshop, 24–25. April 2012, Brno, Czech Republic, (M32)
2. Slavko Gajin, "ICmyNet.Flow: NetFlow based traffic investigation, analysis, and reporting", NOC Tool Workshop & 4th TF-NOC meeting, 11-12. October 2011, Brussels, Belgium, (M32)
3. Slavko Gajin, "DNS domains and servers testing", NOC Tool Workshop & 4th TF-NOC meeting, 11-12. October 2011, Brussels, Belgium, (M32)
4. Slavko Gajin, "Monitoring and analyzing audio, video, and multimedia traffic on the network", NOC Tool Workshop & 4th TF-NOC meeting, 11-12. October 2011, Brussels, Belgium, (M32)
5. Slavko Gajin, "Network Monitoring System", SIRIKT 2010, 14-17. April 2010., Kranjska gora, Slovenija, (M32)
6. Slavko Gajin, "Network monitoring - NetIS", The Third CEENet Workshop on Network Management - NATO Advanced Networking Workshop "Networking the Future", 22 – 25. September 2002, Zagreb, Croatia, (M32)

Radovi u domaćim časopisima:

1. Zoran Jovanović, Igor Milojević, Slavko Gajin, Milan Vitorović "Sigurnost unix operativnih sistema", Infoscience 04/96, 1996. (M52)

Radovi u zbornicima radova domaćih skupova:

1. Petar Bojović, Slavko Gajin, "Testiranje i analiza funkcionalnosti internet domena Republike Srbije", YUINFO 2013, Kopaonik 2013. god., (M63)
2. Bojan Mitrović, Mirjana Devetaković, Slavko Gajin, Ljiljana Petruševski, "Unapređenje AMRES e-learning sistema novim funkcionalnostima – aformat modul", YUINFO 2011, Kopaonik, 2011. god., (M63)
3. Mirjana Devetaković, Slavko Gajin, Bojan Mitrović, "Portal Akademske mreže Srbije za podršku elektronskom učenju", YUINFO 2010, Kopaonik, 2010. god., (M63)
4. S. Gajin, D. Pajin, D. Novaković, "Sistem za nadgledanje računarske mreže-NetIIS", YUINFO 2006, Kopaonik, 6-10.3.2006. god., (M63)
5. Slavko Gajin, Pavle Vuletić, "Trendovi u razvoju i primeni računarskih mreža", Informatika 2004, Beograd, 2004. god., (M63)
6. Slavko Gajin, "Razvoj EDI aplikacija na Internetu", YU INFO '97, Brezovica, 04-07. april 1997. god., (M63)
7. Slavko Gajin, "Sigurnosni mehanizmi u protokolu za nadzor i upravljanje mrežom", naučno stručni skup Informacione tehnologije (IT '96), Žabljak, 11-15. mart 1996. god., (M63)
8. Slavko Gajin, "OSISS - Otvoren sistem implementacije sigurnosnih servisa", naučno stručni skup Informacione tehnologije (IT '96), Žabljak, 11-15. mart 1996. god., (M63)
9. Slavko Gajin, "Distribucija ključeva u OSISS okruženju", naučno stručni skup Informacione tehnologije (IT '96), Žabljak, 11-15. mart 1996. god., (M63)
10. Slavko Gajin, "OSISS - Otvoren sistem implementacije sigurnosnih servisa", YU INFO '96, Brezovica, 02-05. april 1996. god., (M63)
11. Slavko Gajin, "Model alternacije zaokreta kod rešetke", YU INFO '95, Brezovica, 04-07. april 1995 god., (M63)
12. Slavko Gajin, "Poboljšanje algoritma rutiranja u čvrstospregnutim multiračunarskim mrežama", XXXVIII konferencija ETRAN, Niš, 07-09. jun 1994. god., (M63)

Predavanja po pozivu i tutorijali na skupovima nacionalnog značaja:

1. Slavko Gajin, "Pristup i servisi Interneta", Naučno stručni skup INFORMATIKA 96, Beograd, 07.05.1996. god., (M62)
2. Slavko Gajin, "Sigurnost i zaštita u računarskim mrežama", Stručni skup, Zaštita podataka u računarskim mrežama i sistemima, Beograd, 1995., (M62)
3. Slavko Gajin, "Neki aspekti sigurnosti UNIX operativnih sistema", Stručni skup, Zaštita podataka u računarskim mrežama i sistemima, Beograd, 1995., (M62)

Disertacije:

1. Slavko Gajin, "Analiza adaptivnosti modela zaokreta u čvrstospregnutim multiračunarskim mrežama", magistarska teza, ETF, Beograd, 1999., (M72)
2. Slavko Gajin, "Opšti model determinističkog rutiranja u multiračunarskim mrežama" doktorska teza, ETF, Beograd, 2007., (M71)

Projekti tehnološkog razvoja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja:

1. "Opšti elementi i posebne primene zaštite podataka u računarskim sistemima i mrežama", evidencioni broj S.1.02.05.0163, 1997.-2000. god.
2. "Projekat realizacije integralnog informacionog sistema i monitoringa računarske mreže", evidencioni broj 1-253, 2002.-2004. god.
3. "Razvoj kompjuterskih metoda i softvera za modeliranje i simulacije u oblasti opšteg i biomedicinskog inženjeringa", 2005-2007. god.
4. „Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene – međusobni uticaju", evidencioni broj 36035, 2011-2017. god.

Članstvo u programskim odborima međunarodnih konferencija:

1. Member of Technical Program Committee of International Conference on Electronics, Computer and Computation ICECCO ([www.icecco.org](http://www.icecco.org))
2. Member of Technical Program Committee of ICT Conference & Exhibition – INFOTECH ([www.infotech.org.rs](http://www.infotech.org.rs))
3. Member of Technical Program Committee of Smart E-Government International Conference and Exhibition ([www.smartegov.rs](http://www.smartegov.rs))
4. Member of Technical Program Committee of Conference ICT INOVATIONS, Association for Information and Communication Technologies ICT-ACT ([www.ict-act.org](http://www.ict-act.org))

Članstvo u međunarodnim i domaćim stručnim telima:

1. Nacionalni predstavnik u stručnom telu „e-Infrastructure Reflection Group" (e-IRG), koje ima savetodavnu ulogu Evropske komisije u oblasti elektronskih infrastrukture
2. Inženjerska komora Srbije

Međunarodni projekti:

1. H2020 GN4-phase2 - "Multi-Gigabit European Research and Education Network and Associated Services", Grant Agreement No. 731122, 1.5.2016. – 31.12.2018., [www.geant.org](http://www.geant.org), član tima
2. H2020 GN4 - "Multi-Gigabit European Research and Education Network and Associated Services", Grant Agreement No. 691567, 1.5.2015. - 30.8.2016, [www.geant.org](http://www.geant.org), član tima
3. FP7 GN3plus - "Multi-Gigabit European Research and Education Network and Associated Services", 1.4.2013.-31.3.2015., [www.geant.net](http://www.geant.net), zamenik rukovodioca tima
4. FP7 GN3 - "Multi-Gigabit European Research and Education Network and Associated Services", 1.4.2009.-31.3.2013., [www.geant.net](http://www.geant.net), zamenik rukovodioca tima
5. FP7 SEERA-EI – "SouthEast European Research Area - e-Infrastructure", 1.4.2009.-31.3.2012., [www.seera-ei.eu](http://www.seera-ei.eu), član projektnog tima
6. TEMPUS VICES - "Video Conferencing Educational Services", 144650-TEMPUS-2008-IT-JPGR, 2009. - 2011. god., [vices.marnet.net.mk](http://vices.marnet.net.mk), rukovodilac tima
7. FP6 SEEREN2 – "South-Eastern European Research & Education Network", oktobar 2006. - april 2008. god., [www.seeren.org](http://www.seeren.org), rukovodilac tima

8. FP6 SEEFIRE – "South-East Europe Fibre Infrastructure for Research and Education", 2005.-2006. god., [www.seefire.org](http://www.seefire.org), rukovodilac tima
9. FP6 SEEGRID – "South-Eastern European GRID-enabled eInfrastructure Development", 1.5.2004. - 30.4.2006., [www.see-grid.org](http://www.see-grid.org), član projektnog tima
10. FP6 SEEGRID2 – "South-Eastern European GRID-enabled eInfrastructure Development 2", 2006-2008. god., [www.see-grid.eu](http://www.see-grid.eu), član projektnog tima
11. FP5 SEEREN – "South-Eastern European Research & Education Networking", 2002. - 2004. god., [www.seeren.org](http://www.seeren.org), rukovodilac tima
12. ELISA – "E-learning for improving access to Information Society for SMEs in the SEE Area" (INTERREG III B CADSES project), 2005-2008. god., [www.elisa-project.net](http://www.elisa-project.net), član projektnog tima.

Tehničko rešenje – priznat softverski sistem na međunarodnom nivou:

1. ICMyNet.Media – softverski sistem za analizu multimedijalnog mrežnog saobraćaja na bazi Cisco medianet tehnologije, Soneco d.o.o., verifikovano od strane Cisco Systems kroz program CDN (Cisco Developer Network), (M81)

Izvođački, glavni i idejni projekat računarskih mreža:

1. „Projekat informacionog obezbeđivanja i tajnosti podataka u računarskoj mreži RZZO“, Republički zavod za zdravstveno osiguranje, 2008. god. (rukovodilac projekta)
2. Radio televizija Srbije, "Projekat računarske mreže Radio televizija Srbije, lokacija Radio Beograd", Radio televizija Srbije, 2003. god (odgovorni projektant).
3. „Glavni projekat lokalne računarske mreže zgrade prirodno-matematičkih fakulteta Univerziteta u Beogradu“, 2002. god. (odgovorni projektant)
4. „Prerada Glavnog projekta računarske mreže RTS-a na lokaciji Aberdareva, Nova zgrada“, Radio televizija Srbije, 2001-2002. god. (odgovorni projektant)
5. "Izvođački projekat računarske mreže poslovne zgrade NBS u Beogradu", Narodna banka Srbije, 2000. god. (odgovorni projektant)
6. "Idejni projekat računarske mreže poslovne zgrade NBS u Beogradu", Narodna banka Srbije, 2000. god. (član projektnog tima)
7. „Glavni projekat lokalne računarske mreže poslovne zgrade PTT-a u Takovskoj 2“, JP PTT Srbija, 1999. god. (odgovorni projektant)
8. Idejni projekat, Glavni projekti i Projekti izvedenih stanja lokalnih računarskih mreža Elektro distribucije Beograd (18 lokacija), 1998.-2000. god (odgovorni projektant za 10 lokacija)
9. Tehničko rešenje računarske mreže PLATNET, NBJ, 1998. god. (član projektnog tima)
10. Glavni projekat Računarske mreže Službe za zajedničke poslove saveznih organa (6 lokacija), 1998. god (odgovorni projektant)
11. Projekat "Povezivanje heterogene računarske opreme u Računarsku mrežu Federacije", 1997. god.
12. „Glavni projekat Računarske mreže ICN Jugoslavija u Zemunu“, ICN Jugoslavija, 1997. god. (odgovorni projektant na 3 projekta, član projektno tima na 2 projekata)
13. „Glavni projekat računarske mreže Filozofskog fakulteta u Beogradu“, 1997. god. (odgovorni projektant)

14. „Idejni projekat Računarske mreže DP Valjaonica bakra Sevojno“, 1997. god. (član projektnog tima)
15. Projekat „Povezivanje Akademske mreže Jugoslavije sa Internetom“, 1996. god. (član projektnog tima)
16. „Projekat uvođenja Interneta u SRJ“, 1999. god. (član projektnog tima)
17. „Projekat kičme Računarske mreže Federacije“, 1996. god. (član projektnog tima)
18. Idejni projekat računarske mreže Federacije, 1996. god. (član projektnog tima)
19. „Glavni projekat Računarske mreže Radio-televizije Srbije“, Radio-televizija Srbije, 1996. god. (član projektnog tima)
20. „Idejni projekat Računarske mreže Vlade Republike Srbije“, 1995. god. (član projektnog tima)

Rukovodilac ili učešće u softverskim projektima ETF-a:

1. Razvoj, implementacija i održavanje informacionog sistema za obračun i naplatu električne energije, RTV pretplatu i pružanje elektrodistributivnih usluga potrošačima, EDB, 2006-2013.
2. Matična evidencija osiguranih lica, RFZO, 2002–danas
3. Elektronsko fakturisanje lekova i pomagala propisanih na teret sredstava Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje, RFZO, 2002–danas
4. Elektronska evidencija propisanih i izdatih lekova pod specijalnim režimom izdavanja, RFZO, 2002–danas
5. Zdravstveni informacioni sistem primarne zdravstvene zaštite, 2005–danas
6. Razvoj, implementacija i održavanje Informacionog sistem za magacinsko, materijalno i pogonsko knjigovodstvo, NBS-ZIN, 2009-2015.
7. Razvoj, implementacija i održavanje informacionog sistema za praćenje proizvoda NBS-ZIN od posebnog interesa, NBS-ZIN, 2007–2015.
8. Podsystem za podršku rada pisarnice Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje, 2009–danas
9. Razvoj, implementacija i održavanje Opštinskog informacionog sistema – OpIS, 2000-danas (35 opština)
10. Razvoj, implementacija i održavanje Softverskog sistema za evidenciju matičnih knjiga, 2004-danas (33 opštine)
11. Informacioni sistem i monitoring računarskih mreža – NetIIS, 2002-2013.
12. Testiranje DNS domena, RNIDS, 2012. god.

Rukovodilac ostalih softverskih projekat:

1. NetVizura NetFlow Analyzer – softverski sistem za analizu mrežnog saobraćaja, Soneco d.o.o.
2. NetVizura EventLog Analyzer – softverski sistem za analizu syslog i snmp trap poruka, Soneco d.o.o.
3. NetVizura DNS Analyzer – softverski sistem za testiranje DNS domena, Soneco d.o.o.

Priznanja i nagrade:



1. Plaketa Društva za informatiku Srbije za izvanredan doprinos u razvoju informatike u 2002. godini (projekat NetIS, RCUB).



## УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Студентски трг 1, 11000 Београд, Република Србија  
Тел.: 011 3207400; Факс: 011 2638912; E-mail: officebu@rect.bg.ac.rs

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ  
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Београд, 18.11.2013. године  
02 број: 61202-5356/2-13  
ЛД

На основу чл. 65. ст. 2. Закона о високом образовању ("Службени гласник РС", број: 76/05, 100/07-аутентично тумачење, 97/08, 44/10, 93/12 и 89/13), чл. 47. ст. 5. тач. 1. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду", број 162/11-пречишћени текст, 167/12 и 173/13), чл. 13. ст. 1. Правилника о већима научних области на Универзитету у Београду ("Гласник Универзитета у Београду", број 134/07, 150/09, 158/11, 164/11 и 165/11), чл. 21. ст. 1. тач. 1. Правилника о начину и поступку стицања звања и заснивања радног односа наставника Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду", број 142/08, 150/09 и 160/11) и Критеријума за стицање звања наставника на Универзитету у Београду ("Гласник Универзитета у Београду", број: 140/08, 144/08, 160/11, 161/11 и 165/11), а на предлог Изборног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду, број: 1455/4 од 19. септембра 2013. године, Веће научних области техничких наука, на седници, одржаној 18. новембра 2013. године, донело је

### ОДЛУКУ

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
БЕОГРАД

|                     |        |        |     |
|---------------------|--------|--------|-----|
| Датум: 25. 11. 2013 |        |        |     |
| Датум               | Број   | Презим | Име |
|                     | 1455/5 |        |     |

БИРА СЕ Др Славко Гајин, у звање доцента за ужу научну област:  
Рачунарска техника и информатика.

### Образложење

Универзитет у Београду – Електротехнички факултет је дана 19. јуна 2013. године у листу "Послови", објавио конкурс за избор у звање доцента, за ужу научну област: Рачунарска техника и информатика, због истека изборног периода.

Извештај Комисије за припрему извештаја о пријављеним кандидатима стављен је на увид јавности дана 26. августа 2013. године, на интернет страни факултета.

На основу предлога Комисије за припрему извештаја о пријављеним кандидатима, Изборно веће Електротехничког факултета, на седници одржаној 19. септембра 2013. године, донело је одлуку о утврђивању предлога да се кандидат др Славко Гајин, изабере у звање доцента.

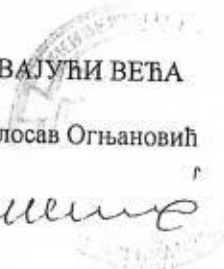
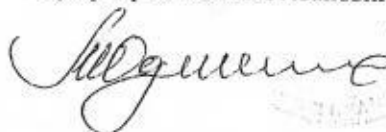
Факултет је дана 4. новембра 2013. године доставио Универзитету комплетан захтев за избор у звање на прописаним обрасцима.

Универзитет је комплетну документацију коју је доставио Факултет ставио на web страницу Универзитета, дана 12. новембра 2013. године.

Веће научних области техничких наука, на седници одржаној дана 18. новембра 2013. године, разматрало је захтев Факултета и утврдило да кандидат испуњава услове прописане чланом 64. и 65. Закона о високом образовању и чланом 124. Статута Универзитета у Београду, као и услове прописане Критеријумима за стицање звања наставника на Универзитету у Београду, па је донета одлука као у изреци.

ПРЕДСЕДАВАЈУЋИ ВЕЋА

Проф. др Милосав Огњановић



Доставити:

- Факултету (2),
- секретару Већа (1),
- Архиви Универзитета (1).



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, П.Ф. 35-54, 11120 Београд, Србија

Тел: +381 11 3248464, Факс: +381 11 3248681

На основу члана 24 став 1, 27, 30 и 171 став 1 Закона о раду ("Службени гласник РС" број 24/2005), доносим

РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

РЕШЕЊЕ

О ЗАСНИВАЊУ РАДНОГ ОДНОСА

Број 1455/9  
29 10 2013 20 год.  
БЕОГРАД

Др **Славко Гајин** заснива радни однос на одређено време са радним временом од **18.11.2013.** до **17.11.2018.** године.

Именовани ће вршити послове у звању доцента на Катедри за рачунарску технику и информатику од **18.11.2013.** године.

Зарада по овом решењу ће се обрачунавати од **18.11.2013.** године.

Образложење

У складу са потребама процеса рада а на основу Одлуке Већа научних области техничких наука 02 број 61202-5470/2-13 од 18.11.2013. године, донето је решење као у диспозитиву.

**ПРАВНА ПОУКА:** Против овог решења запослени може да покрене спор пред надлежним судом у року од 90 дана од дана достављања.

Доставити:

- Именованом
- Одсеку за МФП
- Кадровској служби
- Архиви

*Бр* ДЕКАН  
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Бранко Ковачевић



## **BIOGRAFIJA Prof Dr Davida Kalaj**

**David Kalaj je rođen** 11. 12. 1971 u Podgorici, Crnoj Gori. Osnovnu i srednju školu je završio u Tuzima. Poslije odsluženja vojnog roka, je 1991 godine upisao matematiku na PMF u Podgorici, i isti fakultet je završio 1995, i pri tome za postignute rezultate tokom studiranja je 1994 dobio studentsku nagradu **Decembarska nagrada grada Podgorice**, najprestižniju studentsku nagradu. Nakon diplomiranja, 1995, angažuje se na ovoj instituciji kao saradnik u nastavi, a istovremeno studira magistarske studije u Beogradu. Oktobra 1998 godine brani magistarsku tezu na Matematičkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, pošto polaže sve ispite na magistarskim studijama sa maksimalnom ocjenom, i istovremeno se postaje asistent na PMF– u u Podgorici. Marta 2002 godine brani doktorsku tezu na Matematičkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, i iste godine se bira u zvanje docenta na PMF– u u Podgorici. Za vanrednog profesora se bira 2007 godine a redovnog profesora na PMF, UCG se bira 2012. Na PMF vodi veliki broj kurseva, na svim nivoima, Bachelor, Master i Doktorskom nivou. Bio je gostujući profesor ili istraživač na desetak prestižnih institucija u Evropi, Kini i Japanu (Univerzitet u Turku, Univerzitet u Helsinki, Finska, Univerzitet Lomonosov, Rusija, Univerzitetu u Padovi, Italija, Univerzitetu u Osaki, Japanu, Univerzitetu u Keilu, Univerzitetu u Wursburgu, Njemačka, Univerzitetu u Beogradu, Srbija, Univerzitetu u Sarajevo, Bosnja i Hercegovina, Univerzitetu u Ljubljani, Slovenija, Univerzitetu u Zagrebu, Hrvatska, itd).

- Za svoj istraživački rad je 2013 dobio najprestižniju nagradu, Ministarstva Nauke Crne Gore za **Najuspješniji nacionalni projekat (Analiza na Mnogostrukosti, 2012–2016)**.
- Naučni doprinos Kalaja je 2017 godine je prepoznat na državnom nivou, te je on nagrađivan „**Trinaestojulskom nagradom**“.

**Bio je mentor na doktorskim disertacijama** 2013, **Marijan Marković** (Beogradski univerzitet) 2014, **Djordjije Vujadinović** (Beogradski univerzitet).

Naučnoistraživački rad kandidata se između ostalog intenzivno odvija u sledećim modernim granama matematike. Geometrijska teorija funkcija: Harmonijske funkcije, Kvazikonformna preslikavanja, Holomorne funkcije, Funkcionalni prostori: Hardijevi i Bergmanovi prostori, Parcijalne diferencijalne jednačine: Poissonova, Laplaceova, Eliptičke PDE, Diferencijalna geometrija: Harmonijske površi, Minimalne površi, Izoperimetrijska nejednakost itd. Sam ili sa koautorima je poboljšavao ili generalizirao rezultate nekoliko istaknutih svjetskih matematičara kao što su: O. Martio, A. Weitsman, K. Astala, T. Iwaniec, G. Martin, V. Maz'ya itd. Njegovi su radovi citirani od istih ljudi u najboljim časopisima iz matematike kao što su Journal of American Mathematical Society, American Mathematical Journal itd. Jedna od njegovih oblasti interesovanja su harmonijska preslikavanja u ravni, prostoru i na površima. Posebno su interesantni problemi vezani za J. C. C. Nitscheovu hipotezu. Kalaj je napravio značajan prodor riješivši probleme koji je bio neriješen decenijama. Onda je niz prominentnih svjetskih matematičara u oblasti kompleksne analize, kao što su Astala, Iwaniec, Martin, Onninen, Kovalev, Weitsman, Lyzzaik itd, koristeći njegove rezultate napravio čitavu novu teoriju. Kalajevi radovi su godinama veoma često citirani u najprestižnim svjetskim časopisima. Interes koji vlada za Kalajeve

radove ilustruje podatak da na listi najviše downloadovanih radova iz SciVerse ScienceDirect za „posljednjih 90 dana” koju pravi renomirana izdavačka kuća Elsevier stoji Kalajev rad Cauchy transform and Poisson’s equation. Kuriozitet je da je na drugom mjestu rad Terence Taoa, dobitnika Fildsove medalje (najveće priznanje iz matematike).

Publikovao radove (ukupno 85 radova), između ostalog, u sledećim vrhunskim matematičkim časopisima: Advances in Mathematics, Transactions of American Mathematical Society, Calculus of Variations and PDE, International mathematics research notices, Journal of London Mathematic Society, Bulletin of London Mathematic Society, Poceedings of American Mathematical Society, Journal D’ Analyse Math, Israel Journal of Math, Mathematische Zeitschrift, Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa– Classe di Scienze, Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ Mathematica, Annali di Matematica Pura ed Applicata, Pacific Journal of Mathematics, Journal of Geometric analysis itd.

Ukupan broj radova publikovanih na žurnalima koji pripadaju SCI listi je 75. Svoje radove je izložio na više od 30 naučnih konferencija i seminara i to u sljedećim državama SAD, Rusija, Japan, Kina, Južna Korea, Njemačka, Francuska, Finska, Rumunija, Srbija, Norveška, Češka, Poljska, Hrvatska, Slovenija, Austrija itd. Njegovi koautori su između ostalog: Josip Globevnik, Noam Elkies, Eero Saksman, Matti Vuorinen, Miroslav Pavlović, Miodrag Mateljević koji su dali svojevrsan pečat modernoj matematici.

Kalajevi rezultati su doprinijeli prepoznatljivosti Univerziteta Crne Gore i Prirodno–Matematičkog fakulteta u međunarodnoj naučnoj javnosti: Više uglednih međunarodnih istraživača boravilo je na Prirodno–Matematičkom fakultetu na poziv kandidata. Njegov broj citata na googlescholar je 900 što daje svojevrsno prepoznavanje Univerziteta Crne Gore po matematici.

Prof. Kalaj je rukovodio ili bio član istraživačkih timova većeg broja međunarodnih (bilateralnih, sa Slovenijom, Austrijom, Hrvatskom i Kinom) i domaćih projekata. Na ovim projektima angažovan je veći broj istraživača sa Univerziteta Crne Gore kao i saradnici (studenti postdiplomskih i doktorskih studija).

Kalaj je recenzirao veliki broj radova za vrhunske svjetske časopise kao što su: Transaction of AMS, CV PDE, Bulletin LMS, Israel Journal of Mathematics, Journal d’analyse Math, Annali Pisa SNS, Proceedings AMS itd.

Bio je recenzent da međunarodne projekte za Israel science fondation (tri puta), Ministarstvo prosvjete i nauke Republike Srbije i FONDECYT, Chile 2014.

On je u uredjivackom odboru nekoliko matematičkih časopisa. Bio je u naucnom oboru velikog broja naučnih konferencija. Da pomenemo da samo u 2018 je član naucnog odbora ova dva značajna matematička skupa

1. XIV Serbian Mathematical Congress: <https://imi.pmf.kg.ac.rs/kongres/index.php#scientific> i
2. XIX conference on analytic functions and related topics, <http://www.afrt.ur.edu.pl/index.php/scientific-committee/>

U radu publikovanom u *Bulletin of London Mathematical Society* [78] je dokazao Khavinsonovu hipotezu, koja je bila otvoren problem 25 godina u matematici. U radu publikovanom u *Journal of*

*London Mathematical Society* [71] je formulisao i uopštio Nitscheovu hipotezu za harmonijska preslikavanja izmedju prstena. U radu publikovanom u *Advances in Mathematics* [67], časopis koji se smatra jednim od vodećih časopisa iz matematike, je dokazao i Lindelofovu teoremu za harmonijska kvazikonformna preslikavanja.

Vodio je takmičarsku ekipu srednjoškolaca na Međunarodnoj matematičkoj olimpijadi u dva navrata, u Madridu (Španija) i Santa Marta (Kolumbija).

On je autor dva univerzitetska udžbenika.

Prevodio i adaptirao školske udžbenike za ukupno 8 razreda za osnovnu i srednju školu sa srpskog (crnogorskog) na albanski jezik u izdanju izdavačke kuće "Zavod za udžbenike i nastavna sredstva" u periodu 2008–2014.

Spisak bibliografskih jedinica je dat u prilogu:

#### RADOVI U ČASOPISIMA

1. **D. Kalaj**, *Univalent harmonic mappings between Jordan domains*, *Publ. Inst. Math., Nouv. Ser.* 69(83), 108–112 (2001).
2. **D. Kalaj**, *On the Nitsche's conjecture for harmonic mappings* *Mathematica Montisnigri* Vol XIV (2001) 89–94.
3. **D. Kalaj**, *The Jacobian of harmonic function and of its boundary values*, *Revue Roumaine De Mathematiques Pures Et Appliquees* Tome XLVII, N 5–6 (2002).
4. **D. Kalaj**, *On harmonic diffeomorphisms of the unit disc onto a convex domain*, *Complex Var. Theory Appl.* 48 . No.2, 175–187 (2003).
5. **D. Kalaj**, *Quasiconformal harmonic functions between convex domains*, *Publ. Inst. Math., Nouv. Ser.* 76(90), 3–20 (2004).
6. **D. Kalaj**, *On the Nitsche's conjecture for harmonic mappings in  $R^2$  and in  $R^3$* . *Publ. Inst. Math. (Beograd) (N.S.)* 75(89) (2004), 139–146.
7. **D. Kalaj**, M. Pavlović, *Boundary correspondence under harmonic quasiconformal homeomorphisms of a half-plane* *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* 30 (2005), no. 1, 159–165.
8. **D. Kalaj**, *On the Nitsche conjecture for harmonic mappings in  $R^2$  and in  $R^3$* , *Israel J. Math.* 150 (2005) 241–251.
9. **D. Kalaj**, M Mateljević: *Inner estimate and quasiconformal harmonic maps between smooth domains*, *J. Anal. Math.* 100 (2006), 117–132.
10. Sh. Najafzadeh, S. R. Kulkarni and **D. Kalaj** *Application of convolution and Dziok–Srivastava linear operators on analytic and  $p$ -valent functions*, *Filomat* 20:2 (2006), 115–124.
11. **D. Kalaj** *On the univalent solution of PDE  $\Delta u = f$  between spherical annuli*, *J. Math. Anal. Appl.* Volume 327, Issue 1, Pages 1–11 (2007).
12. **D. Kalaj**, *Quasiconformal and harmonic mappings between Jordan domains*, *Math. Z.* Volume 260, Number 2, 237–252, 2008.
13. **D. Kalaj**, M Mateljević, *Quasiconformal and harmonic mappings between smooth Jordan domains*, *Novi Sad J. of Mathematics*, 38 (2) 2008, 147–156.
14. **D. Kalaj**, *On harmonic quasiconformal self-mappings of the unit ball*, *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* Vol 33, 261–271, (2008).

15. **D. Kalaj**, *Lipschitz spaces and harmonic mappings*, *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* Vol 34, 2009, 475–485.
16. **D. Kalaj**, *On quasiregular mappings between smooth domains*, *J. Math. Anal. Appl.* 2010, 362, issue 1, Pages 58–63.
17. **D. Kalaj**, M Mateljević, *Harmonic q.c. self-mapping and Möbius transformations of the unit ball  $S^{2n-1}$* , *Pacific J. Math.* Vol. 247, No. 2, 2010, 389–406.
18. **D. Kalaj**, *On an integral inequality and application to Poisson equation*, *Applied Mathematics Letters*, 23 (2010) 1016–1020 .
19. **D. Kalaj** *Quasiconformal harmonic mappings and close to convex domains*, *Filomat*, Volume 24, Number 1, April 2010, 63–68.
20. **D. Kalaj**, M Mateljević, *On absolutely conformal mappings*, *Publ. Math. Debrecen.* 77/1–2 (2010), 33–38.
21. R. Meštrović, **D. Kalaj**, *A converse of Minkowski's type inequalities*, *Journal of inequalities and applications*, Volume 2010 (2010), Article ID 461215, 9 pages doi:10.1155/2010/461215.
22. **D. Kalaj**, M. Mateljević, *Quasiconformal harmonic mappings and generalizations*, *J. Analysis*, Volume 18 (2010), 239–260.
23. **D. Kalaj**, M. Pavlović, *On quasiconformal self-mappings of the unit disk satisfying Poisson differential equation*, *Trans. Amer. Math. Soc.* 363 (2011) 4043–4061.
24. **D. Kalaj**, *Harmonic maps between annuli on Riemann surfaces*, *Israel J. Math.* 182 (2011), 123–147.
25. **D. Kalaj**, M Mateljević, *On quasiconformal harmonic surfaces with rectifiable boundary*, *Complex Anal. Oper. Theory* 5, No. 3, 633–646 (2011).
26. **D. Kalaj**, M Mateljević, *On certain nonlinear elliptic PDE and quasiconformal maps between Euclidean surfaces*, *Potential analysis*, Volume 34, Number 1, 2011, 13–22, DOI: 10.1007/s11118-010-9177-x (10 pages).
27. **D. Kalaj**, *Harmonic mappings and distance function* *Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa Cl. Sci. (5)*, Vol. X (2011), 669–681.
28. **D. Kalaj**, *Isoperimetric inequality for the polydisk*, *Annali di matematica pura ed applicata*, Volume 190 (2011), Number 2, 355–369.
29. **D. Kalaj**, *Estimates of gradient and of Jacobian of harmonic mappings defined in the unit disk*, *Proc. Am. Math. Soc.* 139, No. 7, 2463–2472 (2011).
30. **D. Kalaj**, *Invertible harmonic mappings beyond Kneser theorem and quasiconformal harmonic mappings*, *Stud. Math.* 207, No. 2, 117–136 (2011), arXiv:1003.2740.
31. **D. Kalaj**, R. Meštrović, *An isoperimetric type inequality for harmonic functions*, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, Volume 373, Issue 2, 15 January 2011, Pages 439–448.
32. **D. Kalaj**, *On the quasiconformal self-mappings of the unit ball satisfying the Poisson differential equations*, *Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.* Volumen 36, 2011, 177–194.
33. **D. Kalaj**, M Mateljević,  $(K, K')$ -*quasiconformal harmonic mappings*, *Potential Anal.* 36, No. 1, 117–135 (2012).
34. **D. Kalaj**, M. Vuorinen: *On harmonic functions and the Schwarz lemma*, *Proc. Amer. Math. Soc.* 140 (2012), 161–165 .



35. Barkat A. Bhayo, Vladimir Božin, **David Kalaj**, Matti Vuorinen: *Norm inequalities for vector functions*, Journal of Mathematical Analysis and Applications Volume 380, Issue 2, 15 August 2011, Pages 768–781.
36. **D. Kalaj**, M. Mateljević: *On conformal, harmonic mappings and Dirichlet's integral*, Filomat Volume 25, Number 2, June 2011, 91–108.
37. **D. Kalaj**, *On boundary correspondence of q.c. harmonic mappings between smooth Jordan domains*, Math. Nachr. 285, No. 2–3, 283–294 (2012).
38. **D. Kalaj**, M. Marković: *Optimal estimates for the harmonic functions in the unit ball*, Positivity 16, No. 4, 771–782 (2012).
39. **D. Kalaj**, *Quasiconformal harmonic mappings between  $C^{1,\alpha}$  Euclidean surfaces*, Monatsh. Math. 167, No. 2, 205–229 (2012).
40. **D. Kalaj**, V. Manojlović: *Subharmonicity of the modulus of quasiregular harmonic mappings*, Journal of mathematical analysis and applications Volume 379, Issue 2, 15 July 2011, Pages 783–787.
41. **D. Kalaj**, *On Kellogg's theorem for quasiconformal mappings*, Glasg. Math. J. 54, No. 3, 599–603 (2012).
42. **D. Kalaj**, *On some integrable operators related to Poisson equation*, Integral Equations Oper. Theory 72, No. 4, 563–575 (2012).
43. **D. Kalaj**, *Stolz angle limit of a certain class of selfmappings of the unit disk*, J. Approx. Theory 164, No. 6, 815–822 (2012).
44. **D. Kalaj**, *Cauchy transform and Poisson's equation*, Advances in Mathematics 231, No. 1, 213–242 (2012).
45. **D. Kalaj**, *On quasiconformal selfmappings of the unit disk and elliptic PDE in the plane*, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh: Section A, Volume 143 / Issue 04 / August 2013 pp 831–849.
46. **D. Kalaj**, M. Marković: *Optimal estimates for the gradient of harmonic functions in the unit disk*, Complex Anal. Oper. Theory 7, No. 4, 1167–1183 (2013).
47. **D. Kalaj**, *A priori estimate of gradient of a solution to certain differential inequality and quasiregular mappings*, J. Anal. Math. 119, 63–88 (2013).
48. **D. Kalaj**, S. Ponnusamy, M. Vuorinen, *Radius of Close-to-convexity of Harmonic Functions*, Complex Var. Elliptic Equ. 59, No. 4, 539–552 (2014).
49. **D. Kalaj**, M. Marković, M. Mateljević: *Carathéodory and Smirnov type theorems for harmonic mappings of the unit disk onto surfaces.*, Ann. Acad. Sci. Fenn., Math. 38, No. 2, 565–580 (2013).
50. **D. Kalaj**, *Gauss map of a harmonic surface*, Indagationes Mathematicae Volume 24, Issue 2, March 2013, Pages 415–427.
51. **D. Kalaj**, Dj. Vujadinović: *Bergman projection and Besov space  $B_1$* , Mathematical reports, the 4<sup>th</sup> issue of 2013.
52. **David Kalaj**, Marijan Marković, *Norm of the Bergman projection*, Mathematical Reports, vol. 15, no. 4, pp. 527–528, 2013.
53. **D. Kalaj**, Ken-Ichi Sakan, *Quasiconformal harmonic mappings onto a convex domain revisited*, Albanian Journal of Mathematics, Vol 7, No 2 (2013): September 2013.
54. **D. Kalaj**, N. Elkies: *On real part theorem for the derivatives of analytic functions in the unit disk*, Comput. Methods Funct. Theory 13, No. 2, 189–203 (2013).

55. **D. Kalaj**, *M. Marković*: Norm of Bergman projection Math. Scand. 115, No. 1, 143–160 (2014).
56. **D. Kalaj**, Energy–minimal diffeomorphisms between doubly connected Riemann surfaces, *Calculus Variation Partial Differ. Equ.* 51, No. 1–2, 465–494 (2014).
57. **D. Kalaj**, S. Ponnusamy, Polyharmonic mappings and J. C. C. Nitsche type conjecture, *Glas. Mat.*, III. Ser. 49, No. 1, 163–178 (2014).
58. **D. Kalaj**: Radial extension of a bi–Lipschitz parametrization of a starlike Jordan curve, *Complex Var. Elliptic Equ.* 59, No. 6, 809–825 (2014).
59. **D. Kalaj**: On harmonic functions on surface with positive Gauss Curvature and the Schwarz lemma , *Rocky Mt. J. Math.* 44, No. 5, 1585–1593 (2014).
60. **D. Kalaj**, On quasiconformal harmonic maps between surfaces, *International Math. Research Notices* 2015, No. 2, 355–380 (2015).
61. Ljubomir B. Ćirić, Samuel Krushkal, Qamrul Hasan Ansari, **David Kalaj**, and Vesna Manojlović, *Nonlinear Analysis and Geometric Function Theory* , Abstract and Applied Analysis, Volume 2014 (2014), Article ID 656957, 1 page
62. **David Kalaj**: On J. C. C. Nitsche's type inequality for hyperbolic space  $H^3$  , *Potential Anal.* 41, No. 3, 931–943 (2014). arXiv:1202.4410.
63. **David Kalaj**, Djordjije Vujadinović: Norm of the Bergman projection onto the Bloch space, *J. Operator Theory*, 73:1(2015), 113–126 doi: 10.7900/jot.2013sep24.2006
64. **David Kalaj**, Djordjije Vujadinović: The solution operator of inhomogeneous Dirichlet problem in the unit ball, in *Proc. Am. Math. Soc.* 144, No. 2, 623–635 (2016).
65. **David Kalaj**: Quasiconformal harmonic mappings between Dini's smooth Jordan domains, *Pac. J. Math.* 276, No. 1, 213–228 (2015).
66. **David Kalaj**: On Lipschitz mappings of the unit circle onto a convex curve and their extensions, *Filomat* 29:2 (2015), 263–274.
67. **David Kalaj**: Muckenhoupt weights and a Lindelöf theorem for harmonic mappings, *Adv. Math.* 280, 301–321 (2015).
68. **David Kalaj**: Heinz–Schwarz inequalities for harmonic mappings in the unit ball, *Ann. Acad. Sci. Fenn., Math.* 41, No. 1, 457–464 (2016)., arXiv:1504.01686 .
69. **David Kalaj**: Lindelöf theorem for harmonic mappings in *J. Math. Soc. Japan* 68, No. 2, 653–667 (2016).
70. **David Kalaj**: On J. C. C. Nitsche type inequality for annuli on Riemann surfaces, *Isr. J. Math.* 218, 67–81 (2017), arXiv:1204.5419.
71. **D. Kalaj**, Deformations of Annuli on Riemann surfaces and the generalization of Nitsche conjecture, *J. Lond. Math. Soc.*, II. Ser. 93, No. 3, 683–702 (2016), doi:10.1112/jlms/jdw014.
72. **David Kalaj**, Matti Vuorinen, Gendi Wang: On Quasi–inversions, *Monatsh. Math.* 180, No. 4, 785–813 (2016)., arXiv: 1212.0721

73. **David Kalaj**, Jian–Feng Zhu, Quasiconformal Harmonic mappings and the curvature of the boundary. *J. Math. Anal. Appl.* 446 (2017), no. 2, 1154–1166.
74. X. Chen; **D. Kalaj**, A representation theorem for standard weighted harmonic mappings with an integer exponent and its applications. *J. Math. Anal. Appl.* 444 (2016), no. 2, 1233–1241.
75. **D. Kalaj**, Invertible harmonic mappings of the unit disk onto Dini smooth Jordan domains. *Bulletin des Sciences Mathématiques* 141, No. 1, 1–9 (2017).  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.bulsci.2016.11.001>.
76. **D. Kalaj**,: Rad'vo—Kneser—Choquet theorem for harmonic mappings between surfaces. *Calc. Var. Partial Differ. Equ.* 56, No. 1, Paper No. 4, 12 p. (2017).
77. **D. Kalaj**, Schwarz lemma for holomorphic mappings in the unit ball, To appear in *Glasgow journal of mathematics*, Volume 60, Issue 1, January 2018 , pp. 219–224.  
arXiv:1504.04823
78. **D. Kalaj**, A proof of Khavinson's conjecture in  $\mathbf{R}^4$ , arXiv:1601.03347, *Bull. London Math. Soc.* Volume 49, Issue 4 August 2017 Pages 561–570
79. **David Kalaj**, Djordjije Vujadinović, Gradient of solution of the Poisson equation in the unit ball and related operators, *Canad. Math. Bull.* 60(2017), 536–545
80. **D. Kalaj**, E. Bajrami, On some Riesz and Carleman type inequalities for harmonic functions on the unit disk, *Comput. Methods Funct. Theory* (2017).  
<https://doi.org/10.1007/s40315-017-0226-y>, arXiv:1701.03429.
81. Sh. Chen, **D. Kalaj**: Lipschitz continuity of holomorphic mappings with respect to Bergman metric, to appear in *AAnnales Sci Fen Math*, arXiv:1703.09898
82. Josip Globevnik, **David Kalaj**, On holomorphic functions with cluster sets of finite linear measure, *Math. Z.* (2017). <https://doi.org/10.1007/s00209-017-1954-4>  
arXiv:1610.06964.
83. **D. Kalaj**, Schwarz lemma for harmonic mappings in the unit ball, *Complex analysis and operator theory*, February 2018, Volume 12, Issue 2, pp 545–554  
arXiv:1506.06410.
84. Sh. Chen, **D. Kalaj**, Total energy of radial mappings, *Nonlinear analysis*, Volume 167, January 2018, Pages 21–28 arXiv:1703.10064.
85. **D. Kalaj**, A sharp inequality for harmonic diffeomorphisms of the unit disk, arXiv:1706.01990, *Journal of Geometric Analysis*, DOI: 10.1007/s12220-018-9996-3
86. **D. Kalaj**, E. Saksman,: Quasiconformal mappings with controlled Laplacean, arXiv:1410.8439, to appear in *Journal d' Analyse Math.*

#### RADOVI NA RECENZIJU

1. **D. Kalaj**, A. Zlatičanin: Quasiconformal mappings and Hölder continuity, arXiv:1709.06305.

2. Sh. Chen, **D. Kalaj**, The Schwarz type Lemmas and the Landau type theorem of mappings satisfying Poisson's equations, arXiv:1708.03924
3. **D. Kalaj**, Minimal surfaces and Schwarz lemma, arXiv:1708.01848.
4. **D. Kalaj**,  $n$ -harmonic energy minimal deformations between annuli, arXiv:1703.06639.
5. **D. Kalaj**, On Riesz type inequalities for harmonic mappings on the unit disk, arXiv:1701.04785
6. **David Kalaj**: Superharmonicity of Logarithm of Jacobian of harmonic mappings between surfaces, arXiv:1603.06533
7. **David Kalaj**: Hyperelastic deformations and total combined energy of mappings between annuli, arXiv:1803....

#### RADOVI NA KONFERENCIJAMA

1. **D. Kalaj**, *On the first and on the radial derivative of harmonic function defined on the unit ball*, Proceedings of the Workshop devoted to 25 anniversary of the Faculty of Natural Sciences and mathematics, University of Montenegro, September 2005, p: 88–97.
2. **D. Kalaj**, *On harmonic diffeomorphisms and  $Q.C.$  harmonic functions*, Proceedings of the 10<sup>th</sup> congress of Yugoslav mathematicians, Belgrade, 21–24.01. 2001, 231–234.
3. **D. Kalaj**, Arsen Zlatanin, Hölder Continuity of Quasiconformal Mappings, Proceedings of the VIII International Conference on Optimization and Applications (OPTIMA–2017), 268–272.

#### KONFERENCIJE I SEMINARI

1. **D. Kalaj**, Harmonic mappings between convex domains X Congress of Yugoslav Mathematicians, Beograd, Yugoslavia, January 2001
2. **D. Kalaj**: On Quasiconformal harmonic function of the unit disk onto a convex domain, Rom–Finn.Seminar, 2001, Brasov, Rumunija
3. D Kalaj: 5 International symposium of mathematical analysis and its applications, MAA5, Niška Banja, October 2–6, 2002
4. D Kalaj: On the Nitsche's conjecture for harmonic mappings in  $R^2$  and in  $R^3$ . 986 TH AMS Meeting, Courant Institute New York, April 12–13, 2003 page 48–48
5. D Kalaj: M Pavlović: Boundary correspondence under harmonic quasiconformal mapping of the halfplane, The book of abstract of XI Congress of Yugoslav Mathematicians, page 32, Petrovac, October 2004.
6. **D. Kalaj**: On the first and on the radial derivative of harmonic function defined on the unit ball, Proceedings of the Workshop devoted to 25 anniversary of the Faculty of Natural Sciences and mathematics, University of Montenegro, September 2005.
7. **D. Kalaj**: On the univalent solution of PDE  $\Delta u=f$  between spherical annuli, The book of abstracts of Harmonic Analysis and partial Differential Equations, June 27–July 1, 2005, Keil, Germany.

8. **D. Kalaj:** Harmonic and quasiconformal maps, Extremal Problems in Complex and Real Analysis, Peoples Friendship University of Russia Moscow, Russia May 22–26, 2007. The book of abstracts.
9. **D. Kalaj:** Quasiconformal harmonic maps, Seminar: Mathematical Colloquim, Beograd 11. 05. 2007. [http://www.mi.sanu.ac.yu/colloquiums/mathcoll\\_programs/mathcoll.may2007.htm](http://www.mi.sanu.ac.yu/colloquiums/mathcoll_programs/mathcoll.may2007.htm), Predavanje po pozivu
10. **D. Kalaj:** On the univalent solution of PDE  $\Delta u = f$  between spherical annuli: Seminar: Differential Equations in Theory and Applications 06.06. 2007 [www.math.ntnu.no/seminarer/difta](http://www.math.ntnu.no/seminarer/difta) , Predavanje po pozivu
11. **D. Kalaj:** On quasiconformal harmonic mappings, Congress in memory of Adrien Douady, Paris, France Maj, 2008, Poster.
12. **D. Kalaj:** Boundary correspondence under q.c. harmonic mappings between Jordan domains, Mini conference on quasiconformal harmonic mappings, Beograd, Srbija, 2009, septembar, Predavanje po pozivu.
13. **D. Kalaj:** On quasiconformal mappings and elliptic PDE in the plane, Helsinki seminar on Analysis, October, 2010, predavanje po pozivu.
14. **D. Kalaj:** On quasiconformal mappings and elliptic PDE in the plane, Turku seminar on Analysis, October, 2010, predavanje po pozivu.
15. **D. Kalaj:** Deformation of annuli under smallest mean distortion on Riemann surfaces Workshop on Quasiconformal mappings and Mappings of finite distortion, Prague, September 2011, Predavanje od 30 minuta.
16. **D. Kalaj:** Deformation of annuli under smallest mean distortion on Riemann surfaces and generalization of J. C. C. Nitsche Conjecture Workshop on Complex Analysis, Belgrade, February 2012. Predavanje po pozivu.
17. **D. Kalaj:** Deformations of Annuli on Riemann surfaces and the generalization of Nitsche conjecture and Quasiconformal harmonic mappings, Predavanje po pozivu, International Conference on Complex Analysis and Related Topics, Romania, Ploiesti 2012. <http://imar.ro/RoFinSem2012/conf.php>, Romanian finish seminar.
18. **D. Kalaj:** Deformations of Annuli on Riemann surfaces and the generalization of Nitsche conjecture, The 6th European Congress of Mathematics, 2012. Poster.
19. **David Kalaj:** Cauchy transform and Poisson equation, Turku analysis seminar, Finska (4.10. 2012) <http://users.utu.fi/ripekl/seminar/index.html>
20. **David Kalaj:** Energy–minimal diffeomorphisms between doubly connected Riemann surfaces, "Conference on Riemann surfaces and Kleinian groups", held in Osaka University, Japan, from January 12 to January 14. 2013.
21. **David Kalaj:** Quasiconformal harmonic mappings between surfaces, Conference of Geometric function theory, October 2013, Beograd.
22. **David Kalaj:** Muckenhoupt weights and Lindelöf theorem for harmonic mappings, March 2014, Helsinki seminar of analysis, Helsinki 2014.
23. **David Kalaj:** Quasiconformal harmonic mappings between surfaces, March 2014, Helsinki seminar of analysis, Helsinki 2014.
24. **David Kalaj:** Muckenhoupt weights and Lindelöf theorem for harmonic mappings, ICM August, 2014, Seoul, Korea, Short communication.
25. **David Kalaj:** Harmonic and quasiconformal mappings and generalizations, School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 26, 2015.

26. **David Kalaj**: On quasi-inversions School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 27, 2015.
27. **David Kalaj**: Energy-minimal diffeomorphisms between doubly connected Riemann surfaces, School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 27, 2015.
28. **David Kalaj**: Poisson equation and Cauchy transform, School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 28, 2015.
29. **David Kalaj**: Quasiconformal harmonic mappings between surfaces School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 28, 2015.
30. **David Kalaj**: "Norm of the Bergman projection", School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 25, 2015.
31. **David Kalaj**: "Schwarz lemma for harmonic functions, School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 27, 2015.
32. **David Kalaj**, "The J. C. C. Nitsche conjecture and generalization" School of Mathematical Science Huaqiao University, P.R.China, January 25, 2015.
33. **David Kalaj**: Deformation of annuli and generalization of Nitsche conjecture, University of Vienna, January, 2017.
34. **David Kalaj**: Harmonic mappings and generalization of Nitsche conjecture, University of Ljubljana, Decembar 2016.
35. **David Kalaj**: Neka oštra nejednakost za harmonijske difeomorfizm, plenarno predavanje, Simpozijum matematike i Primjene, Beograd Novembar 2017.
36. **David Kalaj**: Neka oštra nejednakost za harmonijske difeomorfizm, plenarno predavanje, Conference on analytic functions and related topics, Rzeszow, Poljska, 24-29 jun 2018. <http://www.afrt.ur.edu.pl/index.php/plenary-session-lecturers-with-pictures/>

## KNJIGE

1. **D. Kalaj**: Zbirka zadataka iz kompleksne analize, Univerzitet Crne Gore, 2006, 219 str.
2. M. Jaćimović, **D. Kalaj**: Uvod u kompleksnu analizu, Univerzitet Crne Gore, 2009, 347 str.

## PREVODI

Prevod i adaptacija sljedećih udžbenika iz matematike sa srpskog (crnogorskog) na albanski jezik u izdanju izdavačke kuće "Zavod za udžbenike i nastavna sredstva" u periodu 2008-2010.

- 1) Matematika IV (četvrti razred osnovne škole)
- 2) Matematika V (peti razred osnovne škole)
- 3) Matematika VIII (osmi razred osnovne škole)
- 4) Matematika IX (deveti razred osnovne škole)
- 5) Matematika II (drugi razred srednje škole)
- 6) Matematika III (treći razred srednje škole).
- 7) Algoritmi i programiranje (treći i četvrti razred srednje škole).

Citati: 900 citata (<http://scholar.google.com>).



Број: 08-1905  
Датум, 25.10.2012 г.

Ref: \_\_\_\_\_  
Date, \_\_\_\_\_

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ  
Природно-математички факултет  
Број 2556  
Подгорица, 06.11.2012 год.

Na osnovu člana 75 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Sl.list RCG, br. 60/03 i Sl.list CG, br. 45/10 i 47/11) i člana 18 stav 1 tačka 3 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 25.10.2012. godine, donio je

## ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr DAVID KALAJ bira se u akademsko zvanje **redovni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: Kompleksna analiza 2 (studijski program Matematika), Analiza 3 (studijski program Računarske nauke) i Analiza 3 (studijski program Fizika) na Prirodno-matematičkom fakultetu.



REKTOR

*Predrag Miranović*  
Prof, dr Predrag Miranović



## **Prof. dr Slobodan Djukanović**

### **BIOGRAFIJA**

Slobodan Đukanović je rođen 04.07.1976. u Valjevu, Srbija. Osnovnu i srednju elektrotehničku školu je završio u Lajkovcu, Republika Srbija.

Elektrotehnički fakultet (ETF) u Podgorici je upisao 1995. gdje je diplomirao 2001. sa prosječnom ocenom tokom studiranja 8.56.

Postdiplomske studije je upisao 2002. godine na ETF-u u Podgorici, gde je i od kada zaposlen u svojstvu saradnika stažiste. Magistarski rad pod nazivom „Analiza i uklanjanje nestacionarnih uskopojasnih smetnji u DSSS komunikacionim sistemima“ odbranio je 10.11.2004.

Doktorsku disertaciju pod nazivom “Optimalni prijemnik za uklanjanje nestacionarnih ometača u DSSS sistemima zasnovan na lokalnoj polinomijalnoj Fourier-ovoj transformaciji“ odbranio je 18.05.2008. na ETF-u u Podgorici.

Za vrijeme doktorskih studija, boravio je u Napulju, Italija, na Univerzitetu Federico II, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, tokom septembra 2006. Studijsku 2008/09. godinu, proveo je u Grenoblu, Francuska, gdje je radio na realizaciji projekta TetrAS, u istraživačkom centru GIPSA-lab. U periodu Decembar 2015 – Jul 2016, boravio je kao profesor u poseti na Università Degli Studi di Napoli “Parthenope”, Naples, Italy, gde je držao kurs “Fourier analysis and instantaneous frequency estimation” na doktorskim studijama studijskog programa Information Engineering.

Slobodan Đukanović je u zvanje docenta na Univerzitetu Crne Gore izabran 26.02.2009, a u zvanje vanrednog profesora 26.06.2014. godine.

Autor je 75 naučnih radova, od toga 25 u renomiranim svjetskim časopisima. Autor je jednog i koautor jednog udžbenika. Bio je angažovan na nekoliko inostranih i domaćih istraživačkih projekata.

Dobitnik je nagrade iz Fonda CANU za postignute rezultate u oblasti nauke za 2010. godinu.

## Prof. dr Slobodan Djukanović

### BIBLIOGRAFIJA

#### Međunarodni časopisi

1. M. Brajović, V. Popović-Bugarin, I. Djurović, and S. **Djukanović**, "Post-processing of Time-Frequency Representations in Instantaneous Frequency Estimation Based on Ant Colony Optimization," *Signal Processing*, Vol. 138, September 2017, pp. 195–210, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sigpro.2017.03.022>, 2017.
2. S. **Djukanović**, "An accurate method for frequency estimation of a real sinusoid," *IEEE Signal Processing Letters*, 2016, vol. 23, No 7.
3. S. Mujović, S. **Djukanović**, V. Radulović, and V. Katić, "Multi-Parameter Mathematical Model for Determination of PC Cluster Total Harmonic Distortion Input Current", *COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 35, Issue: 1, pp. 305-325, 2016.
4. L.J. Stanković, I. Djurović, S. Stanković, M. Simeunović, S. **Djukanović**, and M. Daković, "Instantaneous Frequency in Time-Frequency Analysis: Concept and Estimation Algorithm," *Digital Signal Processing*, vol. 35, December 2014, pp. 1-13.
5. I. Djurović, M. Simeunović, S. **Djukanović** and P. Wang, "A hybrid CPF-HAF estimation of polynomial-phase signals: detailed statistical analysis," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 60, no. 10, Oct. 2012, pp. 5010–5023.
6. I. Djurović, S. **Djukanović** and V. V. Lukin, "An algorithm for the fine estimation of polynomial-phase signals," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronics Systems*, vol. 48, no.4, Oct. 2012, pp. 3687-3693.
7. I. Djurović, S. **Djukanović**, M. Simeunović, P. Raković and B. Barkat, "An efficient joint estimation of wideband polynomial-phase signal parameters and direction-of-arrival in sensor array," *Eurasip Journal on Advances in Signal Processing, Special issue Special Issue on Advances in Time Frequency and Array Processing of Nonstationary Signals*, <http://asp.eurasipjournals.com/content/2012/1/43>, 2012, 10 pages.

#### Međunarodne konferencije

1. S. **Djukanović**, T. Popović, and A. Mitrović, "Precise sinusoid frequency estimation based on parabolic interpolation," *24th Telecommunications Forum TELFOR 2016*, Belgrade, Serbia, November 22-23, 2016.
2. M. Bajčeta, P. Sekulić, B. Krstajić, S. **Djukanović**, and T. Popović, "A private IoT cloud platform for precision agriculture and ecological monitoring," *3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2016*, Zlatibor, Serbia, 13-16. June 2016.
3. S. **Djukanović**, M. Simeunović, and I. Djurović, "Parametric estimation of multi-line parameters based on SLIDE algorithm," *EUSIPCO 2014*, September 1-5, 2014, Lisbon, Portugal.
4. S. **Djukanović**, M. Simeunović and I. Djurović, "Refinement in the estimation of multicomponent polynomial-phase signals," *2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2012)*, March 25-30, 2012, Kyoto, Japan, pp. 3957-3960
5. S. **Djukanović**, M. Simeunović and I. Djurović, "Estimation Refinement Techniques for the Cubic Phase Function," *TELFOR2011*, Beograd, Nov. 2011
6. S. **Djukanović** and V. Popović, "A Robust Estimation of Polynomial-Phase Coefficients," *Telecommunications forum TELFOR 2010*, Serbia, Belgrade, November 2010.



Број: 08-1106  
Датум, 26.06.2014 г.

Ref: \_\_\_\_\_  
Date, \_\_\_\_\_

Na osnovu člana 75 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Sl.list RCG, br. 60/03 i Sl.list CG, br. 45/10 i 47/11) i člana 18 stav 1 tačka 3 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 26.juna 2014. godine, donio je

## ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr **SLOBODAN ĐUKANOVIĆ** bira se u akademsko zvanje **vanredni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: Programiranje I i Programiranje II, na osnovnom akademskom studijskom programu Energetika i Automatika na **Elektrotehničkom fakultetu**, Osnovi računarstva II, na osnovnom akademskom studijskom programu Pomorske nauke i Primjena računara u pomorstvu, na osnovnom primijenjenom studijskom programu Nautika na Fakultetu za pomorstvo, na period od 5 godina.

REKTOR

*Miranović Predrag*  
Prof.dr Predrag Miranović



гистрале Бар - Петровац у Зеленом појасу, гдје је планирана изградња хотела. Према ријечима Емира Рашкегића, власника фирме „Рашкегић“ која изводи радове, они теку планираном динамиком. Ако временски услови дозволе посао ће бити завршен до краја сед-

мице. Рашкегић истиче да изградњу потпорног зида и санацију коловоза у вриједности око 100.000 еура финансира инвеститор, власник парцеле „Sky Development“ д.о.о. из Никшића.

Према његовим ријечима, ради се у три смјене, почињу у 6,30 часова, а очекују да

до недјеље вече коловоз буде завршен, и након више од два мјесеца саобраћај буде пуштен у обје траке.

Иако је пројекат за реконструкцију урађен прије мјесец дана, материјал набављен, припремни радови за изградњу потпорног зида и санацију пута започети,

**UNIVERZITET CRNE GORE**  
**Elektrotehnički fakultet u Podgorici**

**О Б А В Ј Е Ш Т А В А**

javnost da se doktorska disertacija „An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameters estimators with applications“, kandidatkinje mr Sidite Duli, predavača na Departmanu za matematiku i informatiku Univerziteta „Luigj Gurakuqi“ u Skadru, i Izvještaj Komisije za ocjenu doktorske disertacije, u sastavu:

1. Dr Milutin Radonjić, vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore,
2. Dr Božo Krstajić, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore,
3. Dr Slavko Gajin, docent Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu,

nalaze u Univerzitetskoj biblioteci radi uvida javnosti, u trajanju od 30 dana od dana objavljivanja.

„DAU“ 06.04.2018.



Univerzitet Crne Gore  
Centralna univerzitetska biblioteka  
adresa / address: Cetinjska br. 2  
81000 Podgorica, Crna Gora  
telefon / phone: 00382 20 414 245  
fax: 00382 20 414 259  
mail: [cub@ucg.me](mailto:cub@ucg.me)  
web: [www.ucg.ac.me](http://www.ucg.ac.me)  
Central University Library  
University of Montenegro

Broj / Ref: 01/6-16-158/1  
Datum / Date: 10.05.2018.

Crna Gora  
UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

|          |             |        |             |
|----------|-------------|--------|-------------|
| Priloga: | 10.05.2018. |        |             |
| Org. no. | Uo.         | Prilog | Vrij. prost |
| 02/1     | 449/2       |        |             |

**UNIVERZITET CRNE GORE**  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

N/r dekanu

Prof. dr Zoranu Veljoviću

Poštovani profesore Veljoviću,

Vraćamo doktorsku disertaciju „**An approach for the parallelization of the Weibull distribution parameters estimators with applications**“, sa Izvještajem Komisije za ocjenu doktorske disertacije, kandidatkinje mr Sidite Duli, koja je, u skladu sa članom 42 stav 3 Pravila doktorskih studija, dostavljena **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** dana 05. 04. 2018. godine, na uvid i ocjenu javnosti,.

Na gore pomenutu doktorsku disertaciju nije bilo primjedbi javnosti u predviđenom roku od 30 dana.

Nakon odbrane navedene doktorske disertacije, potrebno je dostaviti konačan primjerak disertacije u štampanoj i elektronskoj formi. Štampana i elektronska verzija disertacije treba da sadrži: izjavu o autorstvu, izjavu o istovjetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada i izjavu o korišćenju. Sve moraju biti popunjene i potpisane od strane doktoranda.

S poštovanjem,



DIREKTOR  
*Bosiljka Cicmil*  
mr Bosiljka Cicmil

---

## List of articles related to PhD research

Sidita Duli

PhD candidate

### Papers in scientific journals

- S.Duli, B.Krstajić “Parallel implementation of the Weibull distribution parameters estimator”, in Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), ISSN 1311-506, March 2014
  - Journal Impact Factor (2016) = 0.774
- S.Duli, B.Krstajić “Parallel processing of wind speed data during years 2012 – 2013 in Shkodra region” in the Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra, volume 64. March 2014
- S.Duli, B.Krstajić “Parallel computing of Weibull distribution parameters” in the Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra, volume 62. ISSN : 2221-6847, [http://80.78.68.65:1000/buletin/01\\_Bul\\_62.pdf](http://80.78.68.65:1000/buletin/01_Bul_62.pdf), March 2012

### Papers in scientific conferences

- S.Duli, B.Krstajić, “Hybrid MPI/Pthread parallelization of the Weibull distribution parameters estimator”, XIX Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2014
- S.Duli, B.Krstajić “Methods for estimating the parameters of the Weibull distribution” in 2nd International Conference “Research and education in natural sciences”, ISBN 978-9928-4135-5-0, November 2013
- S.Duli, B.Krstajić “MPI in a Weibull distribution parameters estimation ” International Conference “Towards future sustainable development“, ISBN 978-9928-4135-0-5, November 2012
- S.Duli, B.Krstajić, “Pthread u estimaciji parametara weibull distribucije”, XVII Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2012

## Curriculum Vitae



### Personal information

First name / Surname **Sidita Duli**

Address Street : "Vellezerit Frasheri " Nr 42. Shkoder, Albania

Telephone +35522241550

Mobile: +355692644356

E-mails sduli@unishk.edu.al

siditaduli@yahoo.com

Web site : [www.siditaduli.com](http://www.siditaduli.com)

Nationality Albanian

Date of birth 22.08.1983

Gender Female

### Work experience

Dates October 2006- now

Occupation or position held **Lecturer**, Department of Mathematics and Informatics, University "Luigj Gurakuqi" Shkoder,Albania

Main activities and responsibilities Subjects I have taught during these years :  
In Computer Sciences classes: Java, Operating Systems, Web Applications  
In Business Administration classes : Basics of computer sciences  
In Master classes : Scratch Programming

Name and address of employer University "Luigj Gurakuqi" Shkoder, Address : Sheshi "2Prilli" Shkoder, Albania

Type of business or sector University

Dates March 2015 – April 2016

Occupation or position held **Vice-Dean of Faculty of Natural Sciences**

Main activities and responsibilities Administrative tasks in accreditation process of the faculty.

Name and address of employer University "Luigj Gurakuqi" Shkoder, Address : Sheshi "2Prilli" Shkoder, Albania

Type of business or sector University

Dates December 2010 – December 2014

Occupation or position held **iOS developer**, member of team Internetpeople in Shkoder, Albania

Main activities and responsibilities iOS application development, Java application development, web development tasks

Name and address of employer Internetpeople SHPK

Type of business or sector Software development

|  |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|--|--|------------------|---------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|--|
| <b>Education</b>   |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Dates  | July 2010- now   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Title of qualification   | <b>PhD Candidate</b>   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Principal subjects   | Thesis in "Parallel implementation of parameter estimation of Weibull distribution parameters"   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Name and type of organisation providing education and training | Electro-technical Faculty, University of Montenegro  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Level in national or international classification              | PhD studies  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Dates  | October 2006- June 2008  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Title of qualification   | <b>Master in Informatics</b>   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Principal subjects   | Database<br>Operating Systems<br>Parallel Computing<br>Theory of coding and cryptography<br>Master thesis : Web Services which enable data exchange between different applications |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Name and type of organisation providing education and training | Faculty of Computer Sciences, University of Tirana, Albania  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Level in national or international classification              | Master degree, 2 years   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Dates  | October 2002- July 2006  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Title of qualification   | <b>Specialist in Informatics</b>   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Principal subjects   | Programming languages ( Java, C++, Visual Basic, PHP)<br>Database<br>Operating Systems<br>Web Application<br>Mathematical Analysis   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Name and type of organisation providing education and training | Faculty of Computer Sciences, University "Luigj Gurakuqi" Shkoder, Albania   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Level in national or international classification              | University degree, 4 years   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| <b>Trainings</b>   |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  | October 2010 Attend the 9-nth SimLab course in Belgrade, Serbia  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  | September 2005 Attend the qualification courses of the project " Tempus " for training new teachers.   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
|  |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| <b>Personal skills and competences</b>                         |  |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Mother tongue  | Albanian   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Other languages  | English, Italian, German   |                  |         |                  |                    |                  |                   |                  |                |                  |  |
| Self-assessment  | <b>Understanding</b>   |                  |         |                  | <b>Speaking</b>    |                  |                   |                  | <b>Writing</b> |                  |  |
| <i>European level</i>  | Listening  |                  | Reading |                  | Spoken interaction |                  | Spoken production |                  |                |                  |  |
| <b>English</b>   | C1   | Proficient user  | C1      | Proficient user  | C1                 | Proficient user  | C1                | Proficient user  | C1             | Proficient user  |  |
| <b>Italian</b>   | C2   | Proficient user  | C2      | Proficient user  | C2                 | Proficient user  | C2                | Proficient user  | C1             | Proficient user  |  |
| <b>German</b>  | B1   | Independent user | B1      | Independent user | B1                 | Independent user | B1                | Independent user | B1             | Independent user |  |



|  |  |
|--|--|
|  |  |
| <b>Certificates</b>                          |  |
|  | The English certificate from University of Tirana, level c2, obtained in April 2006<br>Two German certificates from University "Alpen-Adria" Klagenfurt, Austria, during two summer courses<br>Obtained in September 2005, level A2, and September 2006 level B1 |
|  |  |
| <b>Social skills and competences</b>         | I am a social person, good ability in communication, good in working in a team.  |
|  |  |
| <b>Organisational skills and competences</b> | Good in leadership and in organising a team, especially during the workshops with students.  |
|  |  |
| <b>Technical skills and competences</b>      | Very good in Java programming, C++.<br>Also, 4 years experience in mobile application development.   |
|  |  |

**Additional information****Publications :****Papers in scientific journals**

- S.Duli, B.Krstajić "Parallel implementation of the Weibull distribution parameters estimator", in Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), ISSN 1311-506, March 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Parallel processing of wind speed data during years 2012 – 2013 in Shkodra region" in the Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra, volume 64, March 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Parallel computing of Weibull distribution parameters" in the Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra, volume 62. ISSN : 2221-6847, [http://80.78.68.65:1000/buletin/01\\_Bul\\_62.pdf](http://80.78.68.65:1000/buletin/01_Bul_62.pdf), March 2012
- S.Duli, I. Ninka, "Web Service që realizon shkëmbim të dhënash nën protokollin SOAP" ("Web Services which enables data exchange between different applications") in the Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra, volume 59. June 2009

**Papers in scientific conferences**

- S.Duli, B.Krstajić, "Hybrid MPI/Pthread parallelization of the Weibull distribution parameters estimator", XIX Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Methods for estimating the parameters of the Weibull distribution" in 2<sup>nd</sup> International Conference "Research and education in natural sciences", ISBN 978-9928-4135-5-0, November 2013
- S.Duli, B.Krstajić "MPI in a Weibull distribution parameters estimation " International Conference "Towards future sustainable development", ISBN 978-9928-4135-0-5, November 2012
- S.Duli, B.Krstajić, "Pthread u estimaciji parametara weibull distribucije", XVII Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2012
- S.Duli, B.Krstajić, "Parallel database processing approaching", International Conference "Challenges of European Economic Integration of Western Balcan" ISBN 978-9928-4011-2-0, Shkoder, Albania, December 2010
- S.Duli, B.Krstajić, "PRIMJER VALIDACIJE XML-a POMOĆU DTD-a", XV Scientific-Professional Conference Information Technology, Žabljak, February 2010
- S.Duli, "Web services authentication and data security", International Conference "Economies in transition – during and after ", ISBN 978-99956-02-81-9, Shkoder, Albania, December 2009
- S.Duli, K.Nikaj, E.Gavoçi, "Rich internet applications: an implementation in Java Web Start in e-learning", 4th International Conference "Harmonisation of Research and Education with Sustainable Development", November 2017
- K.Nikaj, S.Duli, E.Gavoçi, "Using computer simulations in teaching and learning nuclear physics at high school", 4th International Conference "Harmonisation of Research and Education with Sustainable Development", November 2017
- S.Duli, K.Nikaj, E.Gavoçi, "Rich internet applications: a comparison between java applets and other similar platforms", 3rd International Conference "Research and Education in Natural Sciences", Nentor 2015
- E.Gavoçi, K.Nikaj, S.Duli, "The effectiveness of integration of interactive physics simulations in secondary school: topics from electrical physics", 3rd International Conference "Research and Education in Natural Sciences", Nentor 2015

**Projects :**

- 2007 - Member of project for building and maintaining the official web site for the University of Shkodra
- 2011 – Coordinator of the e-learning project, Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra

**Portofoglio as software developer**

- Parallel implementations in C and Fortran (using MPI and Pthreads)
- Websites using Joomla CMS and Php (as part of the team InternetPeople)
- iOS apps : Barcode , Fuel Mix Calculator, (as part of the team InternetPeople)
- Google maps projects (as part of the team InternetPeople)

---

## Bibliography

Sidita Duli

PhD candidate

### Papers in scientific journals

- S.Duli, B.Krstajić "Parallel implementation of the Weibull distribution parameters estimator", in *Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*, ISSN 1311-506, March 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Parallel processing of wind speed data during years 2012 – 2013 in Shkodra region" in the *Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra*, volume 64. March 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Parallel computing of Weibull distribution parameters" in the *Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra*, volume 62. ISSN : 2221-6847, [http://80.78.68.65:1000/buletin/01\\_Bul\\_62.pdf](http://80.78.68.65:1000/buletin/01_Bul_62.pdf), March 2012
- S.Duli, I. Ninka, "Web Service që realizon shkëmbim të dhënash nën protokollin SOAP" "Web Services which enables data exchange between different applications" in the *Scientific Bulletin of Faculty of Natural Sciences, University of Shkodra*, volume 59. June 2009

### Papers in scientific conferences

- S.Duli, B.Krstajić, "Hybrid MPI/Pthread parallelization of the Weibull distribution parameters estimator", XIX Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2014
- S.Duli, B.Krstajić "Methods for estimating the parameters of the Weibull distribution" in 2nd International Conference "Research and education in natural sciences", ISBN 978-9928-4135-5-0, November 2013
- S.Duli, B.Krstajić "MPI in a Weibull distribution parameters estimation " International Conference "Towards future sustainable development", ISBN 978-9928-4135-0-5, November 2012

- 
- S.Duli, B.Krstajić "MPI in a Weibull distribution parameters estimation" International Conference "Towards future sustainable development", ISBN 978-9928-4135-0-5, November 2012
  - S.Duli, B.Krstajić, "Pthread u estimaciji parametara weibull distribucije", XVII Scientific-Professional Information Technology Conference, Žabljak, February 2012
  - S.Duli, B.Krstajić, "Parallel database processing approaching", International Conference "Challenges of European Economic Integration of Western Balcan" ISBN 978-9928-4011-2-0, Shkoder, Albania, December 2010
  - S.Duli, B.Krstajić, "PRIMJER VALIDACIJE XML-a POMOĆU DTD-a", XV Scientific-Professional Conference Information Technology, Žabljak, February 2010
  - S.Duli, "Web services authentication and data security", International Conference "Economies in transition – during and after " , ISBN 978-99956-02-81-9, Shkoder, Albania, December 2009
  - S.Duli, K.Nikaj, E.Gavoçi, "Rich internet applications: an implementation in Java Web Start in e-learning", 4th International Conference "Harmonisation of Research and Education with Sustainable Development", November 2017
  - K.Nikaj, S.Duli, E.Gavoçi, "Using computer simulations in teaching and learning nuclear physics at high school", 4th International Conference "Harmonisation of Research and Education with Sustainable Development", November 2017
  - S.Duli, K.Nikaj, E.Gavoçi, "Rich internet applications: a comparison between java applets and other similar platforms", 3rd International Conference "Research and Education in Natural Sciences", Nentor 2015
  - E.Gavoçi, K.Nikaj, S.Duli, "The effectiveness of integration of interactive physics simulations in secondary school: topics from electrical physics", 3rd International Conference "Research and Education in Natural Sciences", Nentor 2015