

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA ZA FIZIČKU HEMIJU**

**Predmet:** Izveštaj komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Pavla Đuraškovića, diplomiranog fizikohemičara

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta za fizičku hemiju, sa IX redovne sednice održane 16. 06. 2016. god., imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Pavla Đuraškovića, diplomiranog fizikohemičarapod naslovom:

**„Razdvajanje doprinosa lokalnih i udaljenih izvora na sadržaj glavnih jonskih vrsta u padavinama granične oblasti južnog Jadrana“**

Izrada doktorske disertacije pod navedenim naslovom je odobrena odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta za fizičku hemiju na VII redovnoj sednici održanoj 21. 04. 2011. godine. Na osnovu te odluke Veće naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu jena svojoj VII sednici od 02.09.2011. god. dalo saglasnost da se prihvati predložena tema doktorske disertacije.

Kandidat mr Pavle Đurašković je urađenu doktorsku disertaciju predao Fakultetu za fizičku hemiju 08. 04. 2016. godine. Nakon pregleda i analize ove disertacije podnosimo Veću sledeći

**I Z V E Š T A J**

**A. Prikaz sadržaja doktorske disertacije**

Doktorska disertacija mr Pavla Đuraškovića je napisana na 189 strana, a u skladu sa *Uputstvom za oblikovanje doktorske disertacije Univerziteta u Beogradu*. Podeljena je u 8 delova i sadrži 33 slike (15 slika iz literature i 18 slika iz prikaza vlastitih rezultata), 68 tabela (od čega su 13 rezultati dostupni iz naučne literature i 55 predstavljaju naučni doprinos kandidata) i 223 literaturna navoda. Disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Uvod* (2 strane), *Cilj istraživanja* (2 strane), *Opšti deo* (53 strane), *Ekperimentalni deo* (26 strana), *Metodologija* (5 strana), *Rezultati i diskusija* (62 strane), *Zaključak* (3 strane), *Literatura* (18 strana), *Biografija autora sa spisakom radova* (3 strane), kao i: *Naslovnu stranu na srpskom jeziku*, *Naslovnu stranu na engleskom jeziku*, *Stranu sa informacijama o mentorima i članovima komisije*, *Izjavu zahvalnosti*, *Rezime na srpskom jeziku*, *Rezime na engleskom jeziku*, *Sadržaj*, *Spisak*

*skaćenica, Izjavu o autorstvu, Izjavu o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada, Izjavu o korišćenju.*

U delu *Rezime*, na srpskom i engleskom jeziku, predstavljeni su problematika kojom se disertacija bavi i najvažniji zaključci.

U poglavljima *Uvod* i *Cilj istraživanja* ukratko je opisana aktuelnost problematike koja je bila predmet istraživanja kao i cilj doktorske disertacije.

U poglavlju *Opšti deo* predstavljena je struktura atmosfere, značaj i uloga vode u atmosferi, nastanak, klasifikacija i režim padavina, zagađivanje atmosfere i padavina, poreklo, izvori i transport zagađujućih materija kao i njihovo uklanjanje iz atmosfere mokrom depozicijom i prostorna raspodela depozicije polutanata. Takođe, prikazani su i modeli proračuna aerozagađenja, kao i primena modela hemijskog bilansa masa na rezultate merenja glavnih jonskih vrsta u padavinama na osnovu čega je moguće razdvojiti uticaj lokalnih i udaljenih oblasti.

U poglavlju *Eksperimentalni deo* su opisani metodologija rada, uzorkovanje padavina, metode i tehnike merenja sadržaja jona u padavinama, primena metode analize glavnih komponenti (PCA) za određivanje izvora detektovanih jonskih vrsta, HYSPLIT modela za ispitivanje izvora i putanje vazdušnih masa, CDC1 modelske komponente za reanalizu meteoroloških podataka, kao i za proračun vertikalnog mešanja i stabilnosti, prilagođavanje važnih mehanizama uklanjanja, gravitacionu sedimentaciju, suhu i mokru depoziciju.

U poglavlju *Rezultati i diskusija* su prikazani i diskutovani rezultati do kojih je u svom radu kandidat došao: analiza trajektorija vazdušnih masa, količina padavina iz definisanih pravaca vazdušnih masa, hemijski sastav padavina (masene i ekvivalentne koncentracije jona: hlorid, sulfat, nitrat, amonijum, natrijum, kalijum, kalcijum, magnezijum) kao i pH i Ep u regionu receptora, statistička karakterizacija i mere centralne tendencije hemijskog sastava padavina, udela jona u padavinama posle sušne pauze i u kišnoj seriji, statistička karakterizacija, mere centralne tendencije za definisane pravce vazdušnih masa, kao i ponderisane i normirane (prema ukupnoj količini padavina) vrednosti. Data je diskusija rezultata za jonski balans, mokru depoziciju, analizu kiselosti padavina i korelaciona statistička analiza glavnih jonskih vrsta i fizičko-hemijskih parametara u padavinama uključujući i „kiselie kiše“. Ovde su komentarisani i objašnjeni eksperimentalno dobijeni rezultati, koji su sumirani u delu *Zaključak*.

U delu *Literatura* je dat spisak citiranih radova.

Na kraju doktorske disertacije je prikazana *Biografija saSpiskom radova* koji su objavljeni iz dela rezultata sprovedenih istraživanja.

## **B. Opis postignutih rezultata**

U okviru ove Doktorske disertacije, u cilju istraživanja porekla glavnih jonskih vrsta u padavinama granične oblasti Južnog Jadrana, poseban akcenat je stavljen na

dominantne lokalne i udaljene izvore kao glavni doprinosi sadržaju glavnih jonskih vrsta u padavinama ispitivanog regiona.

Sadržaj neorganskih jonskih vrsta u padavinama ove granične zone formiran je kao posledica više faktora: prostornog rasporeda pojedinih izvora emisije (lokalnih i regionalnih, prirodnih i antropogenih), njihove udaljenosti od receptora, hemijskih procesa u atmosferi, meteoroloških uslova, itd.

Utvrđivanje mokre depozicije ispitivanih jonskih vrsta u delu receptora, uz identifikaciju i diferenciranje izvora emisija specifičnih jona, realizovano je primenom naučnog pristupa: Modeliranje rezultata merenja pomoću savremnih modela hemijskog bilansa masa (CMB), stvaranje pouzdane metodologije za rešavanje problema identifikacije izvora doprinosa na sadržaj zagađujućih vrsta u padavinama ispitivanog regiona. Primljeni su sledeći parametri: a) hemijska priroda padavina, b) biogeochemijski faktor obogaćivanja pojedinih jonskih vrsta u padavinama, c) karakteristični kvantitativni odnosi pojedinih jona, d) glavne moguće trajektorije prenosa čestica na osnovu meteoroloških uslova i e) testiranje postojećih i razvoj novih matematičkih modela transporta polutanata u vazduhu.

U cilju diferenciranja doprinosa izvora emisija sadržaju glavnih jonskih vrsta u padavinama, korišćena je tehnika analize glavnih faktora (PCA), a za identifikovanje pravca vazdušnih masa korišćen je Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) model (verzija 4.8). Izračunate su trajektorije vazdušnih masa koje dolaze do Herceg Novog, za 72 h unazad, na 500, 1.000 i 1.500 m, za svaki uzorak padavina. Trajektorije su klasifikovane u 6 kategorija: Severna Evropa (NE), Istočna Evropa-Severoistočna Evropa (EE-NEE); Istočno Sredozemlje-Jugoistočna Evropa (EM-SEE); Afrika-Centralno Sredozemlje (S); Zapadno Sredozemlje (WM); Zapadna Evropa-Centralna Evropa (WE-CE), a bilo je i 17 uzoraka nedefinisanog pravca.

Ispitivanja su sprovedena na uzorcima padavina, sakupljenim »bulk« metodom, u 24-h periodu, za visinu padavina  $>0,1\text{mm/m}^2$ . Meren je sadržaj  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$ , kao i pH i elektroprovodljivost. Karakterizacija jonskih vrsta vršena je metodama UV/VIS spektrofotometrije (anjoni i  $\text{NH}_4^+$ ), odnosno FAAS- i FAES-spektrometrije (ostali katjoni).

Potvrđen je maritimni režim padavina u regionu: najveća čestina i količina padavina su bile iz WM i S pravca, oko 68% ukupno, a najmanja iz NE pravca, 4%.

Ispitivanja su fokusirana na razvoj modela hemijskog bilansa masa. U tu svrhu izračunate su odgovarajuće ponderisane vrednosti (VWM) za svaki podatak i jonsku vrstu, preko masenih i ekvivalentnih koncentracija i visine padavina. Prosečno su najviše prisutni joni  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ , a najmanje  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{NH}_4^+$ . Najveći udeo u sastavu padavina imali su  $\text{Na}^+$ , potom  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ , a najmanji  $\text{K}^+$  i  $\text{NH}_4^+$ . Sulfati najviše dolaze iz severnih i severoistočnih regiona Evrope (TE na ugallj i tečna goriva sa visokim sadržajem sumpora, kao i stare tehnologije), a relativno najmanje iz južnih pravaca S i EM-SE. Najveći doprinos  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NO}_3^-$  je putem vazdušnih masa iz zapadne Evrope, a  $\text{NO}_3^-$  i iz severoistočne Evrope;  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{K}^+$  iz pravaca WE-CE i EE-NEE (industrijski i poljoprivredni izvori);  $\text{Mg}^{2+}$  iz severoistočnih regiona Evrope;  $\text{NH}_4^+$  iz EE-NEE i NE pravca.

Mokra depozicija, izračunata iz VWM u  $\mu\text{eq/l}$  i ukupne količine padavina, za  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{NH}_4^+$ , bila je najveća u padavinama iz pravca S, potom iz WM,  $\text{Na}^+$  iz pravca WM i S,  $\text{K}^+$  iz WE-CE, a  $\text{Mg}^{2+}$  iz nedefinisanog pravca. Istovremeno, mokra depozicija  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{Cl}^-$  bila je najmanja iz NE,  $\text{NO}_3^-$  iz EE-NEE,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$  iz EM-SEE,  $\text{NH}_4^+$  iz WE-CE.

Ispitan je efekat spiranja ispod oblaka, analizom hemijskog sastava padavina u prvom danu kišne serije ili padavinama posle dužeg sušnog perioda i poređenjem sa sastavom padavina tokom i pri kraju kišne serije.

Zastupljenost kiselih kiša u ispitivanom periodu je bila 12-20%. Ekstremna kiselost je bila umerena, sa apsolutnim minimumom  $\text{pH}=4,1$ . Nosilac kiselosti su joni  $\text{SO}_4^{2-}$ , a u manjem udelu  $\text{NO}_3^-$ , što je potvrđeno „jakom“ linearnom korelacijom ovih jona i njihovom korelacijom sa  $\text{pH}$ . Najveća čestina kiselih kiša je iz pravca jugozapadne i zapadne Evrope i iz južnog Sredozemlja, a najmanja iz pravca severne Evrope i jugoistočnog Sredozemlja.

Izračunati koeficijenti linearne korelacije pokazali su jaku vezu jona i izvesnu varijaciju jačine i tipa veze u zavisnosti od pravca vazdušnih masa: za pravac WM -  $\text{SO}_4^{2-}$  sa svim katjonima, osim  $\text{NH}_4^+$  (koji je povezan sa  $\text{NO}_3^-$ ); za pravac WE-CE -  $\text{NO}_3^-$  sa  $\text{NH}_4^+$ , a  $\text{Cl}^-$  sa  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Mg}^{2+}$ ; za pravac S -  $\text{SO}_4^{2-}$  sa svim ostalim jonima,  $\text{NO}_3^-$  sa  $\text{Na}^+$  i  $\text{NH}_4^+$ , i  $\text{Cl}^-$  sa svim katjonima; za pravac EM-SEE -  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{Cl}^-$  sa svim jonima, osim  $\text{K}^+$ ; za pravac NE – za sve jone, osim za  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{K}^+$ .

Koeficijenti Spearman korelacije na 99% i 95% stepenu poverenja su izračunati za svaki podniz podataka, dobijenih razvrstavanjem prema izvoru vazdušnih masa. Podnizovi za vazdušne mase iz pravaca NE, EE-NEE i EM-SEE karakterišu se jakim stepenom korelacije između  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{NH}_4^+$  ( $r = 0.610$ ,  $r = 0.608$  i  $r = 0.617$ ), čime se preciziraju rezultati linearne korelacije. Za podnizove vezane za pravce S, WM i WE-CE najjača korelacija je nađena između  $\text{Na}^+$  i  $\text{Mg}^{2+}$  ( $r = 0.778$ ,  $r = 0.859$  i  $r = 0.853$ );  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  ( $r = 0.750$ ,  $r = 0.775$  i  $r = 0.763$ ) i  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{Cl}^-$  ( $r = 0.721$ ,  $r = 0.788$  i  $r = 0.739$ ). Najveća korelacija je nađena između jona  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{K}^+$ , naročito za vazdušne mase iznad Sredozemlja. Značajna korelacija između jona  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{Ca}^{2+}$  je utvrđena za vazdušne mase koje dolaze iz Zapadne Evrope, kao i iz Severne Afrike, preko Sredozemlja.

Istraživanja koji su sprovedena u disertaciji, doprinela su evaluaciji postojećih i razvoju novih modela za istraživanja u fizičko-hemijskim procesima atmosfere.

Doprinos poznavanju karakterizacije atmosferskog aerosola, naročito „finih čestica“, koje sadrže vodorastvorne jone kao trasere prekursorskih gasova, značajan je zbog njihove uloge u aktuelnim globalnim procesima klimatskih promena.

### C. Uporedna analiza rezultata kandidata sa rezultatima iz literature

Sredozemlje je relativno zatvoreno područje, specifičnih geofizičkih, orografskih i meteoroloških karakteristika. Brojna ispitivanja i naučni radovi, koji se bave procesima zagađivanja vazduha ovog područja, intenzivirani su posljednjih decenija, uglavnom obrađuju ovu problematiku u zapadnim i istočnim delovima Sredozemlja. Specifična oblast Jadrana nedovoljno je ispitana, a naročito zona Južnog Jadrana [Đorđević, 2005].

Ovom disertacijom je pokušano da se u izvesnoj meri nadomesti evidentan nedostatak, fokusirajući se na analizu zagađujućih komponenti u padavinama i identifikaciju lokalnih i regionalnih izvora u zoni Južnog Jadrana u ograničenom periodu od 5 godina, korišćenjem savremenih naučnih metoda, ali i da doprinese boljem poznavanju »hemizma« padavina, sadržaja i porekla glavnih jonskih vrsta u njima.

Sredozemno more je izraziti izvor biogenih sulfata. Ovi sulfati učestvuju u anomaliji ovog jona, nađenoj u atmosferi iznad Izraela i Istočnog Sredozemlja. Izvor

većine „uvoznih“ sulfata još uvek mora biti pripisan daljinskom transportu, koji potiču iz industrijskih područja istočne i Centralne Evrope [Ganor et al., 2000]. Utvrđeno je da su glavna izvorišna područja za polutante, koji dolaze u basen istočnog Sredozemlja, južna i zapadna Turska, centralna i istočni regioni Ukrajine, istočna Belorusija, Grčka, Gruzija, Rumunija, obalna područja Francuske i Španije, obalna područja oko Crnog mora, Rusija. Više regiona – izvora: južne Velike Britanije, Švedske, centralni deo Alžira, severoistočni deo Turske, Rusija, Nemačka, Mađarska, Češka, Bosna i Hercegovina, obalna područja Egipta, Izrael i Italija, utiču na sastav aerosola u istočnom Sredozemlju. Güllü [Güllü et al., 2005] je našao da su sulfati u atmosferi istočnog Sredozemlja većinom antropogenog porekla (**nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**), a delimično morskog. Regionalni antropogeni izvori **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**, **nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** i **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** su zapadna Turska, Ukrajina, Grčka, Rumunija, obalna zona Francuske, Španije i Crnog mora. Sprovedena PCA je pokazala da su **Na<sup>+</sup>** i **Cl<sup>-</sup>** morskog porekla, **Mg<sup>2+</sup>** morskog i terigenog, **K<sup>+</sup>** terigenog i daljinskog, **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** daljinskog i terigenog, **nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** i **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** daljinskog.

Ispitivanja sprovedena na Mt. Cimone (Italija) tokom najintenzivnijih epizoda depozicije mineralne prašine [Putaud et al., 2004], sugerišu postojanje aerosola **nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**, saharskog porekla. Takođe, glavni terigenijoni su bili pridruženi sa formacijama eolskih čestica, koje uključuju gips (**CaSO<sub>4</sub>**), kalcit (**CaCO<sub>3</sub>**) i idolomit (**CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**). Izvršena analiza korelacija pokazala je značajnu i visoku korelaciju između **Ca<sup>2+</sup>** i **Mg<sup>2+</sup>**, **Ca<sup>2+</sup>** i **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** i **Ca<sup>2+</sup>** i **K<sup>+</sup>**. Ove korelacije ukazuju da su glavni terigeni joni povezani sa formacijama eolskih čestica, koje čine gips (**CaSO<sub>4</sub>**), kalcit (**CaCO<sub>3</sub>**) i idolomit (**CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**) [Đorđević et al., 2012]. Izvor jona kalijuma u kiši je ispiranje pustinjskog aerosola (*washout*), koji nastaje erozijom vetra u pustinjskim oblastima, aerosola koji se stvaraju u procesu sagorevanja i biogenih aerosola [Yoboue et al., 2005].

Avila [Avila and Alarcon, 1999] takođe navodi visoke VWM vrednosti **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** za NE Španiju, za čiji najverovatniji izvor navode razlaganje gipsa iz saharske prašine, kao i drugi autori [Glavas and Moschonas, 2002]. U vazдушnim masama iz pravca S nađena je jaka korelacija **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** i **Ca<sup>2+</sup>**. Zbog jake korelacije sulfata i kalcijuma, ukazano je da je Severna Afrika mogući izvor sulfata. Takođe, ova povezanost postoji u podnizu za vazdušne mase iz pravca WE-CE, kao i EE-NEE, gde njihov izvor ima antropogenu i geološku genezu.

U disertaciji je pokazana slična karakterizacija prirode izvora odgovarajućih jona i za oblast južnog Jadrana, sa relativno izmenjenim lokacijama i relativnim učešćem pojedinih izvora, gde dominiraju severna Afrika i široka kontakt-zona Sredozemnog mora, kao izvor komponenti prirodnog porekla i zapadna i istočna Evropa, kao izvor antropogenih komponenti. Frakcija **nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** uglavnom potiče iz severoistočnog sektora, **K<sup>+</sup>** iz zapadne Evrope, **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** i **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** iz istočnog sektora, **Na<sup>+</sup>**, **Cl<sup>-</sup>** i **Mg<sup>2+</sup>** su morskog porekla i dolaze iz južnog sektora, **Ca<sup>2+</sup>** je terigenog (eolskog) porekla, pretežno iz južnog sektora, ali i iz ostalih pravaca.

Literaturni podaci ukazuju da je transport mineralnog pustinjskog aerosola u istočnom Sredozemlju iz severne Afrike najveći u proleće, a iz Bliskog Istoka u jesen [Dayan 1986; Alpert et al., 1990], dok je transport afričkog aerosola u atmosferu zapadnog Sredozemlja najveći u leto [Moulin et al., 1998]. Kubilay [Kubilay et al., 2000] je ispitala poreklo i transport mineralnog aerosola u atmosferu istočnog Sredozemlja. Izmerene pH padavina od 7,8 su pokazale tipične karakteristike saharskog aerosola, značajno više od prosečnih (pH=4,93) u odsustvu ove pojave. Atmosfera južnog Jadrana je pod najintenzivnijim udarom depozicije saharskog aerosola u

prolećnim mesecima (mart-april-maj), mada se ova pojava javlja i tokom leta i jeseni, u mnogo manjoj meri i obimu. Za razliku od istočnog Sredozemlja, padavine u oblasti Južnog Jadrana su više alkalne tokom epizode depozicije pustinjskog aerosola, ali i u odsustvu ove pojave (prosečni pH 6,28 u periodu 1995-2000).

Srednje godišnje ponderisane vrednosti (VWM) koncentracija merenih jona u regionu receptora uglavnom su u saglasnosti (u okviru godišnjih varijacija) sa rezultatima u susednim oblastima [Glavas and Moschonas, 2002]]. Generalno, VWM za  $\text{SO}_4^{2-}$  je viša nego ona, merena u *wet-only* padavinama u obalnim područjima Sredozemlja, u Patrasu, Grčka, dok su VWM za  $\text{Ca}^{2+}$  u 1995-1996 niže, ali su u 1998-2000. u saglasnosti sa rezultatima za Patras. U 1997.g. VWM za  $\text{Ca}^{2+}$  bila je dvostruko viša, nego u drugim periodima, kao i od rezultata za Patras. Takođe, VWM za  $\text{Mg}^{2+}$  u 1997, 1999 i 2000 bile su značajno više, nego u 1995, 1996 i 1998, takođe u Patrasu. Klifovi u ovom regionu su uglavnom krečnjačkog ili dolomitskog sastava.

Morski uticaj na sastav padavina na području Soluna je evidentiran u slučaju  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ , antropogeni uticaj na sve konstituente je potvrđen studijom jonskih odnosa i analizom korelacija [Anatolaki et al., 2009]. Kopneni izvori, kao krečnjački kamenolomi, šume i spaljivanje biomase, kao i poljoprivredne aktivnosti, ostvaruju doprinos u regionalnoj na sub-regionalnoj skali, uz dodatnu lokalnu emisiju iz industrijskih izvora.

U svim grupama trajektorija  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  su bile najprisutnije komponente. Ove komponente, glavne u morskoj soli, takođe pokazuju jaku uzajamnu korelaciju. Srednja vrednost odnosa jonskih koncentracija  $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  je iznosila 0,9015, a najčešća vrednost ovog odnosa je bila bliska 1,0. S druge strane, srednja vrednost odnosa  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  je bila 1,8909, što je u dobroj saglasnosti sa vrednošću ovog odnosa od 1,8, koji je naveden u literaturi [Seinfeld and Pandis, 1998].

#### **D. Naučni radovi i saopštenja iz oblasti teze**

Deo rezultata istraživanja iz oblasti problematike ove teze autor je već publikovao u naučnim časopisima i materijalima naučnih skupova, a spisak tih publikacija je sledeći:

##### **D1. Radovi u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21):**

1. Đorđević, D.S., Tošić, I., Unkašević M., Đurašković, P.N. "Water-soluble main ions in precipitations over the southeastern Adriatic region: Chemical composition and long-range transport", *Environ SciPollut Res* (2010) 17: 1591-1598

##### **D2. Radovi u međunarodnim naučnim časopisima (M23):**

1. P. Đurašković, I. Tošić, M. Unkašević, Lj. Ignjatović, D. Đorđević, „The dominant contribution on wet deposition of water-soluble main ions in the South-Eastern Adriatic region“, *Cent. Eur. J. Chem.*, 10(4) (2012), 1301-1309.

##### **D3. Poglavlje u knjizi M13**

1. Dragana S. Đorđević, **Pavle Đurašković**, Ivana Tošić, Miroslava Unkašević, Ljubiša Ignjatović, „Main Water-Soluble Ions in Precipitation of the Central Mediterranean Region“ in „Precipitation: Prediction, Formation and Environmental Impact“, Henry Dohring and Jeremy Dixon (Eds), Series:Environmental Science, Engineering and Technology, Nova Science Publishers, New York, 2012, Chapter 5, p. 137-149, ISBN:978-1-62100-447-9.

[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=22485](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=22485)

#### **D4. Saopštenja sa skupova međunarodnog značaja štampana u celini (M33):**

1. **P.N. Đurašković**, A. Kojović “Depozicija sumpora na teritoriji opštine Podgorica”, Međunarodni naučni skup “Skadarsko jezero – stanje i perspektive”, CANU i AN Albanije, Podgorica-Skadar, 2010, Knjiga radova, 58-60.

#### **D5. Saopštenja sa skupova međunarodnog značaja štampana u izvodu (M34):**

1. **P.N. Đurašković**, “Deposition of the Desert Dust at the Montenegro Area”, 5<sup>th</sup> International conference “ Trans-boundary pollution”, B.E.N.A., Belgrade, SCG, 2002, Book of abstracts, p 26.

#### **D6. Saopštenja sa skupova nacionalnog značaja štampana u celini (M63):**

1. **P.N. Đurašković**, “Dinamika promjene stanja kvaliteta vazduha na području Podgorice, sa aspekta osnovnih polutanata”, Naučni skup “Prirodne vrijednosti i zaštita Skadarskog jezera”, CANU, Podgorica, 1995, Knjiga radova, str. 383-390.

2. **P.N. Đurašković**, A. Kojović: „Ispitivanje uticaja tačkastog izvora na zagađenje vazduha šireg područja“, Savjetovanje sa međunarodnim učešćem “Zaštita vazduha 2007”, Beograd, Knjiga radova, str. 98-100.

#### **D7. Saopštenja sa skupova nacionalnog značaja štampana u izvodu (M64):**

1. **P.N. Đurašković**, “Analiza kisjelosti padavina na području NP Durmitor”, Naučni skup “Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda i mora Crne Gore i njihova zaštita”, Žabljak, 2001, Knjiga izvoda, str. 154.

### **E. Zaključak**

Na osnovu izložene analize doktorske disertacije mr Pavla Đuraškovića, diplomiranog fizikohemičara, komisija je došla do zaključka da postoji originalan i značajan naučni doprinos u oblasti fizičko-hemijskih nauka, posebno u domenu Kontrole i zaštite životne sredine. Deo rezultata dugogodišnjih istraživanja iz oblasti problematike ove teze kandidat je publikovao u vidu 2 naučna rada u međunarodnim časopisima, jednom poglavlju u knjizi i 5 saopštenja da domaćim i međunarodnim naučnim skupovima.

Imajući u vidu rezultate do kojih je kandidat došao u svom istraživanju, kao i njihov naučni i praktični značaj, predlažemo Nastavno-naučnom veću Fakulteta za fizičku hemiju da disertaciju mr Pavla Đuraškovića, diplomiranog fizikohemičara, pod naslovom:

**„Razdvajanje doprinosa lokalnih i udaljenih izvora na sadržaj glavnih jonskih vrsta u padavinama granične oblasti južnog Jadrana“**

prihvati i da odobri njenu javnu odbranu čime bi bili ispunjeni uslovi da kandidat stekne zvanje *doktor fizičkohemijjskih nauka*.

**Članovi komisije:**

1. Dr Ljubiša Ignjatović  
Vanredni profesor, Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu
2. Dr Nikola Vukelić  
Redovni profesor, Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu
3. Dr Dragana Đorđević  
Naučni savetnik, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beogradu
4. Dr Srđan Petrović  
Viši naučni saradnik, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beogradu

Beograd, 11.7.2016.