НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену испуњености услова и оправданост предложене теме за израду докторске дисертације

На II редовној седници Изборног и наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 21. новембра 2018. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену испуњености услова и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације Луке Илића, дипломираног метеоролога, под насловом:

"Нумеричко моделирање нуклеационих особина атмосферског минералног аеросола"

На основу пријаве и познавања кандидата Луке Илића, подносимо Већу следећи

И З В Е Ш Т А Ј

Подаци о кандидату

Лука Илић је основне студије метеорологије на Физичком факултету, Универзитета у Београду завршио 2012. године са просечном оценом 8.04 и оценом 10 на дипломском раду. Током основних студија и до почетка рада у Институту за физику у Београду радио је у South Environment and Weather Agency (SEWA) на пословима нумеричке прогнозе времена и развоја специјализованих прогностичких продуката. Учествовао је на међународним пројектима FP7 SEE-GRID-SCI и ADRICOSM STAR. По завршетку студија је био ангажован и у Центру за климатске промене за југоисточну Европу, Републичког хидрометеоролошког завода у Београду.

Докторске академске студије метеорологије је уписао на Физичком факултету, Универзитета у Београду 2012. године. Запослен је у Лабораторији за физику животне средине Института за физику у Београду од 1. јула 2013. године. Тема његовог истраживања је моделирање минералних фракција пустињског аеросола. Бави се нумеричким моделирањем атмосферских процеса и даљинском детекцијом аеросола лидаром. Ангажован је на пројектима Министарства просвете науке и технолошког развоја:

- ИИИ43007 — Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину — праћење утицаја, адаптација и ублажавање. Потпројекат: Интегрална истраживања квалитета ваздуха у урбаној средини.

- ИИИ41011 — Примене нискотемпературних плазми у биомедицини, заштити човекове околине и нанотехнологијама.

Учествује и на међународним пројектима InDust - COST Action, MASP ECMWF и Horiozon 2020 пројектима GEO-CRADLE и Vi-SEEM.

Учествовао је у успостављању оперативне прогнозе атмосферског циклуса пустињског аеросола и коцентрација ледених нуклеуса због присуства овог типа аеосола за потребе експерименталне кампање PRE-TECT организоване на Криту у Грчкој у априлу 2017. године у оквиру пројекта GEO-CRADLE.

Одржао је два предавања о параметризацији концентрације ледених нуклеуса у Dust Regional Atmospheric Model (DREAM) у:

- Групи за атмосферску физику, Института за атмосферске и климатске науке, Техничког униврзитета у Цириху, Швајцарска (ETH) у новембру 2016. године.
- Департману за науке о атмосфери и океану, Универзитета у Колораду у Болдеру, САД у јулу 2017. године.

Резултате свог досадашњег истраживачког рада, објавио је као коаутор у 9 радова од чега 6 у врхунским међународним часописима, при чему су 3 у категорији М21а. Као водећи аутор је објавио један рад у категорији М22.

Објављени радови у водећим међународним часописима М21 и М21а:

1. L. Lazić, M. Aničić Urošević, Z. Mijić, G. Vuković, and **L. Ilić** (2016). Traffic contribution to air pollution in urban street canyons: Integrated application of the OSPM, moss biomonitoring and spectral analysis. *Atmospheric Environment*, 141 (2016) 347-360. **M21, IF: 3.841**
2. M. J. Granados-Muñoz, F. Navas-Guzmán, J. L. Guerrero-Rascado, J. A. Bravo-Aranda, I. Binietoglou, S. N. Pereira, S. Basart, J. M. Baldasano, L. Belegante, A. Chaikovsky, A. Comerón, G. D'Amico, O. Dubovik, **L. Ilić,** P. Kokkalis, C. Muñoz-Porcar, S. Ničković, D. Nicolae, F. J. Olmo, A. Papayannis, G. Pappalardo, A. Rodríguez, K. Schepanski, M. Sicard, A. Vuković, U. Wandinger, F. Dulac, L. Alados-Arboledas: Profiling of aerosol microphysical properties at several EARLINET/AERONET sites during the July 2012 ChArMEx/EMEP campaign. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(11) (2016) 7043-7066. **M21a, IF: 5.626**
3. I. Binietoglou, S. Basart, L. Alados-Arboledas, V. Amiridis, A. Argyrouli, H. Baars, J. M. Baldasano, D. Balis, L. Belegante, J. A. Bravo-Aranda, P. Burlizzi, V. Carrasco, A. Chaikovsky, A. Comerón, G. D'Amico, M. Filioglou, M. J. Granados-Muñoz, J. L. Guerrero-Rascado, **L. Ilić**, P. Kokkalis, A. Maurizi, L. Mona, F. Monti, C. Muñoz-Porcar, D. Nicolae , A. Papayannis , G. Pappalardo, G. Pejanović, S. N. Pereira, M. R. Perrone, A. Pietruczuk, M. Posyniak, F. Rocadenbosch, A. Rodríguez-Gómez, M. Sicard, N. Siomos, A. Szkop, E. Terradellas, A. Tsekeri, A. Vuković, U. Wandinger, and J. Wagner: A methodology for investigating dust model performance using synergistic EARLINET/AERONET dust concentration retrievals. *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*, 8(9) (2015) 3605-3666. **M21, IF: 3.368**
4. A Stojić, S Stanišić Stojić, A Šoštaric, **L Ilić**, Z Mijić, S Rajšić: Characterization of VOC sources in an urban area based on PTR-MS measurements and receptor modelling. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(17), 13137-13152. **M21, IF: 2.828**

5. A. Papayannis, D. Nicolae, P. Kokkalis, I. Binietoglou, C. Talianu, L. Belegante, G. Tsaknakis, M.M. Cazacu, I. Vetres, **L. Ilić**: Optical, size and mass properties of mixed type aerosols in Greece and Romania as observed by synergy of lidar and sunphotometers in combination with model simulations: A case study. *Science of the Total Environment*, 500–501 (2014) 277–294. **M21a, IF: 3.906**
6. L. Lazić, G. Pejanović, M. Živković, **L. Ilić**: Improved wind forecasts for wind power generation using the Eta model and MOS (Model Output Statistics) method. *Energy*, 73 (2014) 567-574. **M21a, IF: 4.465**

Објављени радови у истакнутим међународним часописима М22:

1. **L.**, **Ilić,** Kuzmanoski, M., Kolarž, P. Nina, A., Srećković, V., Mijić, Z., Bajčetić, J., Andrić, M., (2017). Changes of atmospheric properties over Belgrade, observed using remote sensing and in situ methods during the partial solar eclipse of 20 March 2015. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 10.1016/j.jastp.2017.10.001. **M22, IF: 1.419**

Објављени радови у међународним часописима М23:

1. V. Kotroni, E. Floros, K. Lagouvardos, G. Pejanovic, **L. Ilic**, M. Živković: Multi-model multi-analysis ensemble weather forecasting on the grid for the South Eastern Mediterranean Region. *Earth Science Informatics.* 01/2010; 3:209-218 **M23, IF: 0.657**
2. D. Vudragović, **L. Ilić**, P. Jovanović, S. Ničković, A. Bogojević, and A. Balaž: Scal. Comput. Pract. Exp. 19, 215 (2018). DOI: 10.12694/scpe.v19i2.1396.

Саопштења на међународним конференцијама штампана у целини М33:

1. Mijić, Z., **Ilić, L.**, Kuzmanoski, M.: Raman lidar for atmospheric aerosol profiling in Serbia. *49th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Proceedings, pp. 65-68, October 18-21, 2017. Bor Lake, Serbia. **M33**
2. Z. Mijić, M. Perišić, **L. Ilić**, A. Stojić, M. Kuzmanoski: Air mass transport over Balkan region identified by atmospheric modeling and aerosol lidar technique. *49th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Proceedings, pp. 69-72, October 18-21, 2017. Bor Lake, Serbia. **M33**
3. **L. Ilić**, M. Kuzmanoski, Z. Mijić: Planetary Boundary Layer and Elevated Aerosol Layer Height Retrieval from Lidar Signal in Belgrade. *5th International WeBIOPATR Workshop & Conference Particulate Matter: Research and Management*, October 14-16, 2015, Belgrade, Serbia, 77-84. **M33**
4. M. Kuzmanoski, **L. Ilić**, Z. Mijić: Aerosol remote sensing study of a Saharan dust intrusion episode in Belgrade, Serbia. *XIX International Eco-Conference*, September 25-27, Belgrade, Serbia, 73-81. **M33**
5. Mijić Z., M. Perišić, A. Stojić, M. Kuzmanoski, **L. Ilić**: Estimation of atmospheric aerosol transport by ground-based remote sensing and modeling. *XIX International Eco-Conference*, September 25-27, Belgrade, Serbia, 375-382. **M33**

Предмет докторске дисертације

Предмет докторске дисертације је моделирање транспорта и нуклеационих особина честица минералног аеросола у атмосфери. Кандидат је користио и проширио повезани модел за нумеричку прогнозу времена и транспорт честица у атмосфери. Резултате модела верификује у односу на резултате мерења уређајима за даљинску детекцију и резултате *in situ* мерења.

Транспорт атмосферских честица и њихова интеракција са околином представља важан део геофизичког система. У извештају Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) је истакнуто да је интеракција аеросола са облацима, зрачењем и хидролошким циклусом једна од најзначајних неодређености у климатским моделима и проценама осетљивости климатског система. Поред коришћења нумеричких модела, ове интеракције се проучавају и применом даљинских и *in situ* мерења (Kamphus et al., 2010; Ebert et al., 2011; Cziczo et al., 2013). Мерења се користе и у верификацији резултата модела (Basart et al. 2012; Gama et al. 2015). Процеси формирања облачних честица, раста и дисипације на малим размерама играју важну улогу у атмосферским процесима великог распона временских размера – од неколико минута до климатских сценарија захваљујући ослобађању латентне топлоте приликом фазних прелаза воде и интракције облака са зрачењем.

Резултати скорашњих истраживања показали су да су честице минералних аеросола доминантни ледени нуклеуси чак и у регијама удаљеним од извора (DeMott et al., 2003; Atkinson et al., 2013; Cziczo et al., 2013; DeMott et al., 2015). Чак и мале концентрације минералног аеросола су довољне да покрену залеђивање у облацима (Cziczo et al., 2013). У процесу залеђивања у облацима, одређени минерали су се показали као посебно ефикаснији ледени нуклеуси. Atkinson et al. (2013) су показали да је фелдспар (посебно K-фелдспар) за ред величине ефикаснији катализатор нуклеације леда у поређењу са другим минералима присутним у честицама из пустињских извора. Резултати добијени симулацијама глобалног модела су показали да честица које садрже фелдспар има свуда и да су један од најзначајнијих ледених нуклеуса у атмосфери на температурама нижим од –15 °C (Atkinson et al. 2013).

У моделима за прогнозу времена и климатским моделима, један од улазних параметара за микрофизичке шеме је број честица које могу да иницирају залеђивање у облаку (#IN). Пошто процеси одговорни за нуклеацију леда нису у потпуности познати, примењују се емпиријске параметризације #IN на основу лабораторијских експеримената, *in situ* и даљинских мерења (DeMott et al., 2010; DeMott et al., 2011).

Захваљујући томе што је уочена значајна улога честица минералног аеросола из пустињских извора у нуклеацији леда, развијене су параметризације за имерзионо замрзавање и депозицију у присуству овог типа честица (Niemand et al., 2012; DeMott et al., 2015; Steinke et al., 2015). Имерзионо замрзавање у атмосфери се одвија на нерастворљивом нуклеусу урођеном у капљицу прехлађене воде, а депозиционо замрзавање представља формирање леда дифузијом директно из водене паре (Prupacher and Klett, 1997). Оперативни прогностички систем заснован на DREAM моделу (Ničković et al., 2001, 2016), који се користи у овом истраживању, рачуна вредности #IN применом параметризације DeMott et al. (2015) за имерзионо замрзавање и параметризације Steinke et al. (2015) за депозициону нуклеацију (Ničković et al., 2016). Оперативне прогнозе концентрација пустињског аеросола користе се у Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS) пројекту и оперативној верификацији оптичке дубине аеросола (AOT) на таласној дужини од 550 nm у односу на Aerosol Robotic Network (AERONET) мерења AOT. DREAM је коришћен и као модел у NASA пројектима и у анализи утицаја пустињског аеросола на југозападу САД (Yin et al., 2007; Yin et al., 2010;

Sprigg et al, 2014; Vuković et al., 2014) као и у још око двадесет истраживачких и оперативних огранизација у свету.

Поред рутинске верификације разултата модела у оквиру SDS-WAS, потребно је извршити верификацију прогнозираних вредности вертикалних профила концентрација пустињског аеросола и #IN. Кандидат је учествовао у верификацији резултата модела коришћењем мерења лидаром и сунчаним фотометром (Binietoglou et al., 2015; Papayannis et al., 2014). Binietoglou et al. (2015) су предложили метод за систематску верификацију прогнозе вертикалних профила коцентрација на основу мерења лидаром и сунчаним фотометром коришћењем Lidar-Radiometer Inversion Code (LIRIC) (Chaikovsky et al., 2016) алгоритма у оквиру European Aerosol Research Lidar Network (EARLINET) (Bosenberg et al., 2001), односно AERONET (Holben et al., 1998) мрежа ових уређаја. У овој вишегодишњој студији, DREAM модел, коришћен и у овом истраживању, показао је добре прогнозе коцентрација на свим висинама у поређењу са резултатима LIRIC алгоритма. У дисертацији ће бити коришћен и метод описан у раду Mamouri and Ansmann (2016), који за разлику од LIRIC алгоритма омогућава верификацију модела и у присуству облачности. Они су представили метод за рачунање вертикалних профила концентрација пустињског аеросола, језгара кондензације и #IN на основу резултата анализе мерења лидаром и сунчаним фотометром и применом Polarization-lidar networking method (POLIPHON) (Ansmann et al., 2011; 2012) алгоритма.

Прогнозе #IN из DREAM модела за две умерене епизоде продора сахарског песка у област Медитерана (Ničković et al., 2016) су поређене са сателитским осматрањима и осматрањима са земље – SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) и Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IMAA) Atmospheric Observatory (CIAO) у Потенци, Италија коришћењем EARLINET лидара и CloudNet радара. Прогнозиране вредности #IN показују слагање у простору и времену са осматрањима облачног леда.

У оквиру овог истраживања, кандидат проучава утицај појединих минерала у честицама аеросола из пустињских извора на нуклеацију леда у облацима. Проширио је DREAM модел тако да може да симулира транспорт одабраног минерала у атмосфери. Такође је укључио параметризацију Atkinson et al. (2013) за процену #IN у зависности од минералног састава честица. Верификацију резултата модела врши у односу на различите врсте осматрања, укључујући вертикалне профиле концентрација пустињског аеросола и #IN добијене применом метода предложеног у раду Mamouri and Ansmann (2016) и у односу на расположива *in situ* мерења нуклеационих особина узоркованих честица.

Циљ и методе истраживања

Циљ овог истраживања је унапређење прогнозе нуклеационих особина атмосферског минералног аеросола из пустињских извора. Кандидат ради на развоју једне компоненте интегрисаног геофизичког система. По угледу на приступ у раду Ničković et al. (2013) који користе верзију повезаног DREAM модела са Eta атмосферским моделом (Janjić, 1994), кандидат је проширио верзију DREAM модела у овој дисертацији како би била могућа прогноза транспорта различитих минерала у саставу пустињског аеросола. Кандидат је укључио параметризацију представљену у раду Atkinson et al. (2013) за процену #IN у зависности од минералног састава честица, проширујући параметризацију коју су претходно у DREAM моделу имплементирали Ničković et al. (2016). Поред развоја модела, кандидат врши верификацију моделираних вертикалних профила концентрација честица и #IN, вредностима добијеним на основу даљинских мерења и поређењем са расположивим *in situ* мерењима нуклеационих особина узоркованих честица (Boose et al., 2016; Lacher et al., 2017). За анализу даљинских мерења аеросола кандидат користи

POLIPHON алгоритам на начин описан у студији Mamouri and Ansmann (2016). Процењене грешке у рачунању концетрација честица и површинских концетрације су 30-50% (Mamouri and Ansmann, 2016). Кандидат ће извршити верификацију дугорочних симулација моделом у односу на резултате мерења добијене из више AERONET/EARLINET станица током дужег временског периода. Упоредна анализа резултата модела и мерења, осим верификације модела, омогућава проширивање знања о значају минералног састава пустињског аеросола за процесе у облацима. Приступ верификацији који ће бити коришћен у овој дисертацији је описан је у наставку текста.

Први корак у примени овог метода је одређивање доприноса пустињског аеросола вертикалном профилу коефицијента екстинкције добијеног на основу мерења лидаром, имајући у виду одступање ових честица од сферног облика. Анализом мерења лидаром одређују се вертикални профили коефицијента расејања под углом 180º, коефицијента екстинкције и линеарног деполаризационог односа укупног аеросола, на таласној дужини од 532 nm. Вертикални профил коефицијента екстинкције пустињског аеросола се затим рачуна применом карактеристичних вредности линеарног деполаризационог односа и лидарског односа (однос коефицијената екстинкције и расејања под углом 180º) за пустињски аеросол, добијених на основу мерења у експерименталним кампањама у близини извора, као и деполаризационог односа карактеристичног за друге типове аеросола, добијеног на основу дугорочних мерења на локацији од интереса (Mamouri et al., 2014). За конверзију вертикалног профила коефицијента екстинкције пустињског аеросола у вертикални профил концентрација честица у различитим опсезима димензија примењују се конверзиони фактори који ће бити добијени на основу мерења сунчаним фотометрима у оквиру AERONET мреже у случајевима интензивних епизода транспорта песка. AERONET мерења сунчаним фотометром дају информације о оптичкој дубини аеросола на неколико таласних дужина, као и о запреминској концентрацији аеросола за 22 класе величина честица у опсегу полупречника од 0,05 μm до 15 μm.

Процена могућег научног доприноса дисертације

Честице минералног аеросола из пустињских извора су најчешће присутна језгра нуклеације у леденим кристалима пронађеним у облацима током теренских мерења и мерења из авиона (Cziczo et al., 2013). Ефикасност нуклеације леда на честицама пустињског аеросола поред термодинамичих услова, зависи и од минералног састава аеросола. Показано је да су минерали из групе фелдспара посебно ефикасни ледени нуклеуси (Atkinson et al., 2013). Развој компоненте интегрисаног геофизичког система за прогнозу броја језгара нуклеације ће проширити могућности оперативне прогнозе и верификације у реалном времену, као и симулација климатских сценарија.

У објављеним резултатима кандидата, показано је да DREAM модел може успешно да се користи у прогнози вертикалног профила концентрација транспортованог пустињског аеросола (Binietoglou et al., 2015; Papayannis et al., 2014). Као повезани модел, може и да прогнозира концентрације ледених нуклеуса због присуства овог типа аеросола (Ničković et al., 2016). У приказаним резултатима примена параметризације Atkinson et al. (2013) је указала на значај узимања у обзир минералног састава честица при рачунању концентрације језгара нуклеације (Ilić et al., 2018). У наставку рада на дисертацији, кандидат ће анализирати утицај и других минерала присутних у пустињском аеросолу. Извршиће верификацију дугорочних симулација поређењем са резултатима даљинских мерења из више станица, као и *in situ* мерења.

У блиској будућности ће резултати овог истраживања бити од значаја за развој интегрисаног геофизичког система. У сарадњи са РХМЗ Србије и SEEVCCC, кандидат учествује у пројекту Европског центра за средњорочну прогнозу времена (ECMWF) - Mineral Aerosol Impacts to Sub-seasonal to Seasonal Predictability. Детаљнија слика процеса у облацима ће се добити када и минерални састав честица буде променљива од које зависи прогноза нуклеације леда у моделу. Будући развој оваквог система подразумева да модел симултано, у сваком временском кораку, рачуна све потребне величине за прогнозу односа смеше леда у микрофизичкој шеми: температуру, влажност, вертикалну брзину, концентрацију песка и #IN. Микрофизичка шема Thompson and Eidhammer (2014), која ће бити коришћена, може као улазни податак да користи прогнозиране вредности #IN и рачуна повратне механизме између облака и аеросола. Резултате модела који прогнозира процесе у облацима у зависности од минералног састава нуклеуса леда је могуће верификовати и директним поређењем са осматрањима облачног леда и облачне воде на основу CloudNet мерења (Illingworth et al., 2007).

Током досадашњег рада на овој теми истраживања остварена је значајна међународна сарадња, која је показала заинтересованост шире научне заједнице за ова истраживања. У оквиру EARLINET мреже кандидат је имао прилику да се упозна са уређајима и техникама за даљинску детекцију и карактеризацију аеросола кроз учешће у летњим школама и у експерименталној кампањи Pre-TECT. Био је коаутор у публикацијама у сарадњи са групама из EARLINET мреже станица за мерења лидаром. Ова сарадња је проширена и сада обухвата и примену метода за утврђивање вертикалних профила #IN за потребе верификације резултата модела. Поред резултата у области истраживања, резултати остварени током рада на овој дисертацији и потреба за рачунарским временом током симулација су привукли пажњу дела научне заједнице који се бави применом рачунара у науци. У оквиру EU Horizon 2020 пројекта Vi-SEEM, кандидат је радио на развоју сервиса за коришћење DREAM модела на рачунарским системима високих перформанси.

Научна област и матичност

Тема, коју ће ова дисертација обрађивати, припада научној области Метеорологија за коју је матичан Физички факултет Универзитета у Београду.

Литература релевантна за област истраживања

1. Ansmann, A., Tesche, M., Seifert, P., Groß, S., Freudenthaler, V., Apituley, A., Wilson, M., Serikov, I., Linné, H., Heinold, B., Hiebsch, A., Schnell, F., Schmidt, J., Mattis, I., Wandinger, U., and Wiegner, M.: Ash and fine-mode particle mass profiles from EARLINET-AERONET observations over central Europe after the eruptions of the Eyjafjallajökull volcano in 2010, J. Geophys. Res., 116, D00U02, doi:10.1029/2010JD015567, 2011.
2. Ansmann, A., Seifert, P., Tesche, M., and Wandinger, U.: Profiling of fine and coarse particle mass: case studies of Saharan dust and Eyjafjallajökull/Grimsvötn volcanic plumes, Atmos. Chem. Phys., 12, 9399–9415, doi:10.5194/acp-12-9399-2012, 2012.
3. Atkinson, J. D., Murray, B. J., Woodhouse, M. T., Whale, T. F., Baustian, K. J., Carslaw, K. S., Dobbie, S., O'Sullivan, D., andMalkin, T. L.: The importance of feldspar for ice nucleation bymineral dust in mixed-phase clouds, Nature, 498, 355–358, 2013.
4. Basart, S., Pérez, C., Ničković, S., Cuevas, E., and Baldasano, J. M.: Development and evaluation of the BSC-DREAM8b dust regional model over Northern Africa, theMediterranean and the Middle East, Tellus B, 64, 18539, doi:10.3402/tellusb.v64i0.18539, 2012.

5. Binietoglou, I., Basart, S., Alados-Arboledas, L., Amiridis, V., Argyrouli, A., Baars, H., Baldasano, J. M., Balis, D., Belegante, L., Bravo-Aranda, J. A., Burlizzi, P., Carrasco, V., Chaikovsky, A., Comerón, A., D'Amico, G., Filioglou, M., Granados-Muñoz, M. J., Guerrero-Rascado, J. L., Ilić, L., Kokkalis, P., Maurizi, A., Mona, L., Monti, F., Muñoz-Porcar, C., Nicolae, D., Papayannis, A., Pappalardo, G., Pejanović, G., Pereira, S. N., Perrone, M. R., Pietruczuk, A., Posyniak, M., Rocadenbosch, F., Rodríguez-Gómez, A., Sicard, M., Siomos, N., Szkop, A., Terradellas, E., Tsekeri, A., Vuković, A., Wandinger, U., and Wagner, J.: A methodology for investigating dust model performance using synergistic EARLINET/AERONET dust concentration retrievals, Atmos. Meas. Tech., 8, 3577-3600, doi:10.5194/amt-8-3577-2015, 2015.
6. Boose, Y., Sierau, B., García, M. I., Rodríguez, S., Alastuey, A., Linke, C., Schnaiter, M., Kupiszewski, P., Kanji, Z. A., and Lohmann, U.: Ice nucleating particles in the Saharan Air Layer, Atmos. Chem. Phys., 16, 9067-9087, https://doi.org/10.5194/acp-16-9067-2016, 2016.
7. Bosenberg, J., A. Ansmann, J. M. Baldasano, D. Balis, C. Bockmann, B. Calpini, A. Chaikovsky, P. Flamant, A. Hågård, V. Mitev, A. Papayannis, J. Pelon, D. Resendes, J. Schneider, N. Spinelli, T. Trickl, G. Vaughan, G. Visconti, and M. Wiegner: "EARLINET: a European aerosol research lidar network," in Advances in Laser Remote Sensing, A. Dabas, C. Loth, and J. Pelon, eds. Editions de L'Ecole polytechnique, Palaiseau Ce- dex, France, 2001, pp. 155–158.
8. Chaikovsky, A., Dubovik, O., Holben, B., Bril, A., Goloub, P., Tanré, D., Pappalardo, G., Wandinger, U., Chaikovskaya, L., Denisov, S., Grudo, J., Lopatin, A., Karol, Y., Lapyonok, T., Amiridis, V., Ansmann, A., Apituley, A., Allados-Arboledas, L., Binietoglou, I., Boselli, A., D'Amico, G., Freudenthaler, V., Giles, D., Granados-Muñoz, M. J., Kokkalis, P., Nicolae, D., Oshchepkov, S., Papayannis, A., Perrone, M. R., Pietruczuk, A., Rocadenbosch, F., Sicard, M., Slutsker, I., Talianu, C., De Tomasi, F., Tsekeri, A., Wagner, J., and Wang, X.: Lidar-Radiometer Inversion Code (LIRIC) for the retrieval of vertical aerosol properties from combined lidar/radiometer data: development and distribution in EARLINET, Atmos. Meas. Tech., 9, 1181-1205, https://doi.org/10.5194/amt-9-1181-2016, 2016.
9. Cuevas, E., Camino, C., Benedetti, A., Basart, S., Terradellas, E., Baldasano, J. M., Morcrette, J. J., Marticorena, B., Goloub, P., Mortier, A., Berjón, A., Hernández, Y., Gil-Ojeda, M., and Schulz, M.: The MACC-II 2007–2008 reanalysis: atmospheric dust evaluation and characterization over northern Africa and the Middle East, Atmos. Chem. Phys., 15, 3991-4024, https://doi.org/10.5194/acp-15-3991-2015, 2015.
10. Cziczo, D., Froyd, K. D., Hoose, C., Jensen, E. J., Diao, M., Zondlo, M. A., Smith, J. B., Twohy, C. H., Murphy, D. M.: Clarifying the Dominant Sources and Mechanisms of Cirrus Cloud Formation, Science http://dx.doi.org/10.1126/ science.1234145 (2013).
11. DeMott, P. J., Sassen, K., Poellot, M. Baumgardner, D., Rogers, D C., Brooks, S., Prenni A. J., and Kreidenweis, S. M.: African dust aerosols as atmospheric ice nuclei, Geophys. Res. Lett., 30, 1732, doi:10.1029/2003GL017410, 2003.
12. DeMott, P.J., Prenni, A. J., Liu, X., Petters, M. D., Twohy, C. H., Richardson, M. S., Eidhammer, T., Kreidenweis, S. M., and Rogers, D. C.: Predicting global atmospheric ice nuclei distributions and their impacts on climate, P. Natl. Acad. Sci. USA, 107, 11217–11222, 2010.
13. DeMott, P. J., Möhler, O., Stetzer, O., Vali, G., Levin, Z., Petters, et al: Resurgence in ice nuclei measurement research, B. Am. Meteorol. Soc., 92, 1623–1635, doi:10.1175/2011BAMS3119.1, 2011.

14. DeMott, P. J., Prenni, A. J., McMeeking, G. R., Sullivan, R. C., Petters, M. D., Tobo, Y., Niemand, M., Möhler, O., Snider, J. R., Wang, Z., and Kreidenweis, S. M.: Integrating laboratory and field data to quantify the immersion freezing ice nucleation activity of mineral dust particles, Atmos. Chem. Phys., 15, 393-409, doi:10.5194/acp-15-393-2015, 2015.
15. Ebert M, Worringen A, Benker N, Mertes S, Weingartner E, Weinbruch S (2011): Chemical composition and mixing-state of ice residuals sampled within mixed phase clouds. Atmos Chem Phys 11(6):2805–2816. doi:10.5194/acp-11-2805-2011
16. Gama, C., Tchepel, O., Baldasano, J. M., Basart, S., Ferreira, J., Pio, C., Cardoso, J. and Borrego, C.: Seasonal patterns of Saharan dust over Cape Verde-a combined approach using observations and modelling, Tellus B, 67, 24410, doi:10.3402/tellusb.v67.24410, 2015.
17. Ginoux, P., Chin, M., Tegen, I., Prospero, J., Holben, B., Dubovik, O., and Lin, S. J.: Sources and distributions of dust aerosols simulated with the GOCART model, *J. Geophys. Res.*, 106(D17), 20255-20273, 2001.
18. Hande, L. B., Engler, C., Hoose, C., and Tegen, I.: Seasonal variability of Saharan desert dust and ice nucleating particles over Europe, Atmos. Chem. Phys., 15, 4389-4397, doi:10.5194/acp-15-4389-2015, 2015.
19. Heintzenberg, J., Okada, K., and Strom, J.: On the composition of non-volatile material in upper tropospheric aerosols and cirrus crystals, Atmos. Res., 41, 81–88, 1996.
20. Hiranuma, N., et al: Supplement of: A comprehensive laboratory study on the immersion freezing behavior of illite NX particles: a comparison of seventeen ice nucleation measurement techniques, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 14, 22045–22116, doi:10.5194/acpd-14-22045- 2014-supplement, 2014.
21. Holben, B. N., Eck, T. F., Slutsker, I., Tanré, D., Buis, J. P., Set- zer, A., Vermote, E., Reagan, J. A., Kaufman, Y. J., Nakajima, T., Lavenu, F., Jankowiak, I., and Smirnov, A.: Aeronet – A Fed- eral Instrument Network and Data Archive for Aerosol Charac- terization, Remote Sens. Environ., 66, 1–16, doi:10.1016/S0034- 4257(98)00031-5, 1998.
22. Ilić, L., B. Cvetković, G. Pejanović, S. Petković, M. Kuzmanoski, and S. Ničković: Modeling of mineral composition effects on ice nucleation due to dust in Dust Regional Atmospheric Model (DREAM). Geophysical Research Abstracts 20, EGU2018-16921, 2018.
23. Illingworth, A. J., R. J. Hogan, E. J. O'Connor, D. Bouniol, M. E. Brooks, J. Delanoe, D. P. Donovan, J. D. Eastment, N. Gaussiat, J. W. F. Goddard, M. Haeffelin, H. Klein Baltink, O. A. Krasnov, J. Pelon, J.-M. Piriou, A. Protat, H. W. J. Russchenberg, A. Seifert, A. M. Tompkins, G.-J. Van Zadelhoff, F. Vinit, U. Willen, D. R. Wilson and C. L. Wrench, 2007: Cloudnet - continuous evaluation of cloud profiles in seven operational models using ground-based observations. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 88, 883-898.
24. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
25. Janjić Z. I. (1990): The step-mountain coordinate: Physical package, Mon. Weather Rev., 118, 1429– 1443.
26. Janjić Z. I. (1994): The Step-mountain Eta Coordinate Model: Further developments of the convection, viscous sublayer and turbulence closure schemes, Mon. Weather Rev., 122, 927–945.
27. Kamphus M, Ettner-Mahl M, KlimachT, Drewnick F, KellerL, Cziczo DJ, Mertes S, Borrmann S, Curtius J (2010): Chemical composition of ambient aerosol, ice residues and cloud droplet residues in mixed-phase clouds: single particle analysis during the Cloud and Aerosol Characterization Experiment (CLACE 6). Atmos Chem Phys 10(16):8077–8095. doi:10.5194/acp10-8077-2010
28. Lacher, L., Lohmann, U., Boose, Y., Zipori, A., Herrmann, E., Bukowiecki, N., Steinbacher, M., and Kanji, Z. A.: The Horizontal Ice Nucleation Chamber (HINC): INP measurements at conditions relevant for mixed-phase clouds at the High Altitude Research Station Jungfraujoch, Atmos. Chem. Phys., 17, 15199-15224, https://doi.org/10.5194/acp-17-15199-2017, 2017.

29. Mahowald, N. M., Kloster, S., Engelstaedter, S., Moore, J. K., Mukhopadhyay, S., McConnell, J. R., Albani, S., Doney, S. C., Bhattacharya, A., Curran, M. A. J., Flanner,M. G., Hoffman, F. M., Lawrence, D. M., Lindsay, K., Mayewski, P. A., Neff, J.,Rothenberg, D., Thomas, E., Thornton, P. E., and Zender, C. S.: Observed 20th centurydesert dust variability: impact on climate and biogeochemistry. Atmos. Chem. Phys.,10, 10875–10893, doi: 10.5194/acp-10-10875-2010, 2010.
30. Mamouri, R. E. and Ansmann, A.: Fine and coarse dust separation with polarization lidar, Atmos. Meas. Tech., 7, 3717-3735, https://doi.org/10.5194/amt-7-3717-2014, 2014.
31. Mamouri, R. E. and Ansmann, A.: Estimated desert-dust ice nuclei profiles from polarization lidar: methodology and case studies, Atmos. Chem. Phys., 15, 3463-3477, https://doi.org/10.5194/acp-15-3463-2015, 2015.
32. Mamouri, R.-E. and Ansmann, A.: Potential of polarization lidar to provide profiles of CCN- and INP-relevant aerosol parameters, Atmos. Chem. Phys., 16, 5905-5931, https://doi.org/10.5194/acp-16-5905-2016, 2016.
33. Murray, B. J, O'Sullivan, D., Atkinson, J. D., and Webb, M. E.: Ice nucleation by particles immersed in supercooled cloud droplets, Chem. Soc. Rev., 41, 6519–6554, 2012.
34. Niemand, M., Moehler, O., Vogel, B., Vogel, H., Hoose, C., Connolly, P., Klein, H., Bingemer, H., DeMott, P., Skrotzki, J., and Leisner, T.: A Particle-Surface_Area_absed Parametrization of Immersion Freezing on Desert Dust Particles, J. Atmos. Sci., 69, 3077–3092, 2012.
35. Ničković, S., G. Kallos, A. Papadopoulos, O. Kakaliagou, 2001: A model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere J. Geophys. Res. 106, 18113-18130.
36. Ničković, S. (2002), Dust Aerosol Modeling: Step Toward Integrated Environmental Forecasting (Invited paper), Eos. Trans. AGU, 83(47), Fall Meet. Suppl., Abstract A71E-04.
37. Ničković, S., (2005), Distribution of dust mass over particle sizes: impacts on atmospheric optics, Forth ADEC Workshop - Aeolian Dust Experiment on Climate Impact, 26-28 January, Nagasaki, Japan, 357-360.
38. Ničković, S., Vuković, A., and Vujadinović, M.: Atmospheric processing of iron carried by mineral dust, Atmos. Chem. Phys., 13, 9169-9181, doi:10.5194/acp-13-9169-2013, 2013
39. Ničković, S., A. Vuković, M. Vujadinović, V. Djurdjević, and G. Pejanović: Technical Note: High-resolution mineralogical database of dust-productive soils for atmospheric dust modeling Atmos. Chem. Phys., 12, 845–855, 2012 www.atmos-chem-phys.net/12/845/2012/ doi:10.5194/acp-12-845-2012
40. Ničković, S., Cvetković, B., Madonna, F., Rosoldi, M., Pejanović, G., Petković, S., and Nikolić, J.: Cloud ice caused by atmospheric mineral dust – Part 1: Parameterization of ice nuclei concentration in the NMME-DREAM model, Atmos. Chem. Phys., 16, 11367-11378, doi:10.5194/acp-16-11367-2016, 2016.
41. Papayannis, A., Nicolae, D., Kokkalis, P., Binietoglou, I., Talianu, C., Belegante, L., Tsanakis, G., Cazacu, M. M., Vetres, I., Ilić, L.: Optical, size and mass properties of mixed type aerosol in Greece and Romania as observed by synergy of lidar and sunphotometers in combination with model simulation: A case study, Sci. Total Environ., 500-501, 277-294 (2014), doi:10.1016/j.scitotenv.2014.08.101.
42. Pejanović G., Ničković S., Petković S., Vuković A., Djurdjević V., Vujadinović M., Dacić M., 2012: "Dust operational forecast system with assimilation of dust analysed data", Regional Conference on Dust and Dust Storms, Kuwait, 20-22 November 2012.
43. Simmel, M., Bühl, J., Ansmann, A., and Tegen, I.: Ice phase in altocumulus clouds over Leipzig: remote sensing observations and detailed modelling, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 15, 1573-1615, doi:10.5194/acpd-15-1573-2015, 2015.

44. Singh, R. P., Prasad, A. K., Kayetha, V. K., and Kafatos, M.: Enhancement of oceanicparameters associated with dust storms using satellite data, J. Geophys. Res., 113,C11008, doi: 10.1029/2008JC004815, 2008.
45. Prupacher, H. R., Klett, J. D. (1997): Microphysics of clouds and precipitation Second edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecth.
46. Sprigg W., S. Nickovic, J.N. Galgiani, G. Pejanović, S. Petković, M. Vujadinović, A. Vuković, M. Dacić, S. DiBiase, A. Prasad and H. El-Askary (2014): Regional dust storm modeling for health services: the case for valley fever; J. Aeolian Res.
47. Steinke, I., Hoose, C., Möhler, O., Connolly, P., and Leisner, T.: A new temperature- and humidity-dependent surface site density approach for deposition ice nucleation, Atmos. Chem. Phys., 15, 3703-3717, doi:10.5194/acp-15-3703-2015, 2015.
48. Tegen, I., and Fung, I.: Modeling of mineral dust in the atmosphere: Sources, transport, and optical thickness, J. Geophys. Res., 99(D11), 22897-22914, 1994.
49. Thompson, G and T. Eidhammer, 2014: A Study of Aerosol Impacts on Clouds and Precipitation Development in a Large Winter Cyclone. J. Atmos. Sci., 71, 3636–3658.
50. Vuković, A., Vujadinović, M., Pejanović, G., Andrić, J., Kumjian, M. R., Djurdjević, V., Dacić, M., Prasad, A. K., El-Askary, H. M., Paris, B. C., Petković, S., Ničković, S., and Sprigg, W. A.: Numerical simulation of "an American haboob", Atmos. Chem. Phys., 14, 3211-3230, doi:10.5194/acp-14-3211-2014, 2014.
51. Vuković, A.: Modeliranje transporta atmosferskih čestica u integrisanom geofizičkom sistemu. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu. 2014.
52. Yin, D. and W.A. Sprigg (2010): Modeling Airbourne Mineral Dust: A Mexico - United States Trans-boundary Perspective. Pp. 303-317 in W.Halvorson, C. Schwalbe, and C. vanRiper, III (eds), Southwestern Desert Resources. University of Arizona Press, Tucson, AZ, 359 pp.
53. Yin, D., S. Ničković and W.A. Sprigg, W. A. (2007) The impact of using different land cover data on wind- blown desert dust modeling results in the southwestern United States. Atmospheric Environment, DOI.10.1016/j.atmosenv.2006.10.061

Образложење предлога ментора докторске дисертације

За менторе докторске дисертације Луке Илића предложени су проф. др Лазар Лазић, редовни професор Физичког факултета Универзитета у Београду и др Маја Кузманоски, научни сарадник Института за физику Универзитета у Београду.

Истраживања у оквиру ове дисертације припадају научној области Метеорологија, а за коју је матичан Физички факултет Универзитета у Београду. Истраживањима која се односе на моделирање нуклеационих особина различитих минерала у саставу пустињског аеросола, коришћењем DREAM модела, руководи проф. др Лазар Лазић.

Важан део истраживања чини верификација прогнозираних вертикалних профила концентрација пустињског аеросола и броја ледених нуклеуса поређењем са вредностима добијеним на основу даљинске детекције аеросола уређајима у оквиру EARLINET и AERONET мрежа. Анализу поређења резултата добијених на основу модела са мерењима кандидат ради под менторством др Маје Кузманоски.

Оба ментора докторске дисертације испуњавају услове Правилника о докторским студијама и одбрани докторске дисертације Физичког факултата, а то су да ментор докторске дисертације мора да има најмање 5 објављених радова са SCI листе из уже научне области којој припада тема докторске дисертације у последњих 10 година, од чега бар 3 у последњих 5 година у водећим међународним часописима.

З А К Љ У Ч А К

На основу претходно изложеног, Комисија закључује да је Лука Илић, дипломирани метеоролог, у досадашњем научно-истраживачком раду показао способност за научно-истраживачки рад, да је у међународним часописима објавио више оригиналних радова који припадају научној области предложене теме докторске дисертације, као и да проблеми и питања на које кандидат жели да одговори заокупљају пажњу савремених метеоролога. Како је Лука Илић испунио све тражене услове за израду докторске дисертације прописане Законом о Универзитету и Статутом Физичког факултета у Београду, Комисија предлаже Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да прихвати предложену тему и одобри Луки Илићу израду докторске дисертације под насловом "**Нумеричко моделирање нуклеационих особина атмосферског минералног аеросола**" и да за руководиоце докторске дисертације именује др Лазара Лазића, редовног професора Физичког факултета и др Мају Кузманоски, научног сарадника Института за физику, Универзитета у Београду.

У Београду, 10.12.2018. године.

Чланови комисије:

_____
др Лазар Лазић, редовни професор
Физички факултет-Универзитет у Београду

_____
др Владан Вучковић, ванредни професор
Физички факултет-Универзитет у Београду

_____
др Маја Кузманоски, научни сарадник
Институт за физику-Универзитет у Београду