

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Nikole Petrovića dipl. maš. inž.

Odlukom Nastavno-naučnog veća Univerziteta u Beogradu, Saobraćajnog fakulteta **br. 96/6 od 23.04.2018. godine**, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Nikole Petrovića, dipl. maš. inž. pod naslovom

**“UPRAVLJANJE UTICAJIMA URBANIZACIJE I VIDOVA SAOBRAĆAJA NA KVALITET
ŽIVOTNE SREDINE”**

Posle pregleda dostavljene disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Na osnovu predatih zahteva kandidata Nikole Petrovića, dipl. maš. inž. i donetih odluka Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu, hronologija odobravanja i izrade disertacije je sledeća:

- 12.04.2010. Kandidat Nikola Petrović, dipl. maš. inž. je upisao doktorske akademske studije na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu;
- 10.01.2017. Kandidat Nikola Petrović, dipl. maš. inž. podneo je prijavu teme doktorske disertacije Nastavno-naučnom veću Saobraćajnog fakulteta, uz zahtev da se sprovede postupak za ocenu podobnosti kandidata i predložene teme i za mentora predložio dr Nebojšu Bojovića, redovnog profesora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- 14.02.2017. Na sednici Nastavno-naučnog veća Saobraćajnog fakulteta doneta je odluka (odluka br. 25/6 od 17.02.2017.) o formiranju Komisije za ocenu podobnosti kandidata i teme za izradu doktorske disertacije;
- 23.02.2017. Komisija za ocenu podobnosti kandidata i teme za izradu doktorske disertacije podnela je pozitivan izveštaj Nastavno-naučnom veću Saobraćajnog fakulteta o odbrani predloga istraživanja u okviru prijave doktorske disertacije (izveštaj br. 25/7);
- 11.04.2017. Na sednici Nastavno-naučnog veća Saobraćajnog fakulteta doneta je odluka (odluka br. 25/10 od 18.04.2017.) o prihvatanju pozitivne ocene Komisije za

ocenu podobnosti kandidata i teme i o predlogu da za mentora bude imenovan dr Nebojša Bojović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta;

- 24.04.2017. Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu doneta je odluka (odluka br. 61206-1609/2-17) kojom se daje saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Nikole Petrovića, dipl. maš. inž.
- 08.03.2018. Kandidat Nikola Petrović, dipl. maš. inž. podneo je neukoričeni primerak završene doktorske disertacije uz zahtev Nastavno-naučnom veću Saobraćajnog fakulteta za početak postupka za ocenu i odbranu doktorske disertacije;
- 17.04.2018. Na sednici Nastavno-naučnog veća Saobraćajnog fakulteta doneta je odluka (odluka br. 96/6 od 23.04.2018.) o formiranju Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Nikole Petrovića, dipl. maš. inž.

1.2. Naučna oblast disertacije

Doktorska disertacija pod nazivom "Upravljanje uticajima urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet životne sredine" pripada užoj naučnoj oblasti „Menadžment u saobraćaju i transportu“ za koju je matičan Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Mentor na izradi doktorske disertacije je Dr Nebojša Bojović, redovni profesor Saobraćajnog fakulteta. Prof. dr Nebojša Bojović je kao autor ili koautor je objavio više od 20 naučnih radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, preko 30 radova u međunarodnim i domaćima časopisima, više od 45 radova na međunarodnim i domaćim konferencijama i simpozijumima. Kao rukovodilac ili autor učestvovao je u izradi više od 45 naučno-stručnih projekata i studija.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Nikola Petrović, diplomirani inženjer mašinstva, rođen je 20.12.1982. godine u Nišu. Mašinski fakultet u Nišu upisao je 2001. godine, a diplomirao je 2006. godine sa prosečnom ocenom 9,58 tokom studija i ocenom 10 na diplomskom radu pod nazivom „Strategijsko upravljanje transportom na domaćem i međunarodnom tržištu“.

Od 2008. godine zaposlen je, najpre kao saradnik, zatim kao asistent za užu naučnu oblast Saobraćajno mašinstvo na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Nišu. Istovremeno, od 2012. godine je član Komisije za ispitivanje i kontrolu vozila u „Centru za motore i motorna vozila“ Mašinskog fakulteta u Nišu kao jedne od ovlašćenih laboratorija od strane „Agencije za bezbednost saobraćaja Republike Srbije“.

Doktorske akademske studije je upisao 2010. godine na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu na studijskom programu Saobraćaj i sve ispite (10) predviđene nastavnim planom i programom doktorskih studija položio sa prosečnom ocenom 9,3.

Prisustvovao je brojnim međunarodnim i domaćim konferencijama i seminarima, a kao autor i koautor objavio je **47** stručnih i naučnih radova, od kojih su tri rada objavljena u časopisima sa SCI liste koji poseduju impakt faktor. Učestvuje u realizaciji **3** projekta, od kojih je **1** međunarodni (iz programa Horizon 2020) i **2** nacionalna (uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije).

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Nikole Petrovića napisana je u skladu sa „Uputstvom za oblikovanje doktorske disertacije“ usvojenog od strane Senata Univerziteta u Beogradu, u okviru „Uputstva za formiranje repozitorijuma doktorskih disertacija“. Disertacija je napisana latiničnim pismom, jednostrano, ukupnog obima od 135 strana sa 28 tabela i 18 slika. Na početku disertacije dat je rezime na srpskom i engleskom jeziku sa ključnim rečima, a zatim sadržaj, lista tabela i slika. Doktorska disertacija sastoji se od šest poglavlja, datih na 122 strana, pod sledećim nazivima:

1. Uvodna razmatranja
2. Međuzavisnost između vidova saobraćaja, privrednog rasta, urbanizacije i zagađenja vazduha
3. Pregled literature i relevantnih istraživanja
4. Dvofazni model za evaluaciju uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na zagađenje vazduha u Evropskoj uniji
5. Modeli za evaluaciju uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet vazduha u Nišu
6. Zaključna razmatranja i pravci daljih istraživanja

U nastavku je prikazan spisak literature koji sadrži 131 bibliografsku jedinicu koje su korišćene u izradi disertacije. Na kraju su dati prilozi, biografija autora i potpisane izjave o autorstvu, istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada i o korišćenju doktorskog rada.

Prema strukturi rada, primenjenim naučnim metodama i postignutim rezultatima, disertacija u potpunosti zadovoljava kriterijume i standarde predviđene za ovakvu vrstu naučnog rada, dok po svom obliku i sadržaju, podneti rad zadovoljava sve standarde propisane za izradu doktorske disertacije Univerziteta u Beogradu.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

Prvo poglavlje sledi formu definisanih istraživačkih ciljeva i postavljenih hipoteza. Polazeći od predmeta i cilja istraživanja, date su polazne pretpostavke i opisan razvoj dvofaznog modela sa posebnim osvrtom na probleme koji se ovim modelom rešavaju. Imajući u vidu da je uticaj svakog vida saobraćaja na zagađenje vazduha različit, predmet doktorske disertacije je analiza uticaja pojedinačnih vidova (putničkog i teretnog) saobraćaja na kvalitet vazduha zavisno od ekonomskog razvoja i stepena urbanizacije i to primenom veštačkih neuronskih mreža. Cilj istraživanja je utvrđivanje optimalnih kombinacija vidova putničkog, kao i teretnog saobraćaja koje imaju najmanji uticaj na zagađenje vazduha.

Drugo poglavlje je posvećeno demografskim promenama u Evropskoj Uniji (EU), kao i uticaju urbanizacije na razvoj pojedinih vidova saobraćaja i zagađenje vazduha, a imajući u vidu različit nivo ekonomskog razvoja zemalja članica. Razmatrani su ciljevi politike EU u domenu smanjenja zagađenja vazduha, kao i odabrani instrumenti politike sa fokusom na alternativni pogon u drumskom saobraćaju.

Treće poglavlje se bavi pregledom literature odnosno različitih pristupa analizi uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet vazduha, uz uvažavanje ekonomskih okolnosti. Posebna pažnja je posvećena najčešće korišćenom pristupu na bazi Ekološke Kuznjecove krive (engl. *Environmental Kuznets Curve* - EKC). Polazeći od nedostataka koji se javljaju prilikom ispitivanja validnosti EKC obrazložena je primena metoda koje su korišćene za unapređenje validnosti EKC.

Četvrto poglavlje prikazuje dvofazni model za evaluaciju uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na zagađenje vazduha u EU. U prvoj fazi modela je dat inovativan pristup na bazi veštačkih neuronskih mreža (engl. *Artificial neural networks* - ANN) i ELM (engl. *Extreme learning machines*) za kvantifikacije uticaja svakog vida saobraćaja na zagađenje vazduha uz uvažavanje karakteristika ekonomskog i demografskog okruženja. Na osnovu rezultata primene na primeru zemalja EU izdvojeni su faktori (promenljive) koji imaju najveći uticaj na zagađenje vazduha. Ove promenljive uz klaster analizu su polazna osnova za ispitivanje zakonitosti EKC u zemljama EU (druga faza modela). Na kraju poglavlja data je diskusija analize dobijenih rezultata razvijenog dvofaznog modela i njihove implikacije na proces upravljanja uticajima na kvalitet vazduha.

Peto poglavlje je posvećeno razvoju modela na lokalnom nivou (nivou grada). Kreirana su dva modela i primenjena za grad Niš kako bi se odredili uticaji urbanizacije i frekvencije vozila na zagađenje vazduha koja potiču od saobraćaja. Prvi model je takođe dvofazni, prati logiku prethodno predstavljenog modela za analizu na kros-nacionalnom nivou i sadrži određene adaptacije radi primene na nivou grada Niša. Takođe, u cilju donošenja optimalne odluke pri izboru adekvatne pogonske tehnologije autobusa za grad Niš primenjena je višekriterijumska analiza bazirana na TOPSIS metodi i vršeno ispitivanje različitih vrsta normalizacija u okviru CRITIC metode kojom se određuju vrednosti težinskih koeficijenata.

Šesto poglavlje daje sistematizaciju dobijenih rezultata i razmatra ispunjenost postavljenih hipoteza disertacije. Takođe, ukazuje na ograničenja predloženih modela i pravce budućih istraživanja, pre svega u domenu uključivanja dodatnih indikatora održivog razvoja saobraćaja u predložene modele.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Utvrđivanje posledica uticaja različitih vidova saobraćaja na kvalitet vazduha na nacionalnom i lokalnom nivou ima vrlo značajnu ulogu u upravljanju saobraćajem i kvalitetom životne sredine i predstavlja aktuelnu oblast istraživanja. Imajući u vidu kompleksnost međuzavisnosti demografskih, ekonomskih i saobraćajnih činilaca zagađenja vazduha postojeći modeli (posebno na bazi EKC) zahtevaju dalja unapređenja koja će uvažiti nelinearnosti funkcija koje opisuju ove uticaje i potrebu njihove aproksimacije sa željenom tačnošću. U cilju karakterizacije pomenutih uticajnih faktora u ovoj doktorskoj disertaciji razvijena je originalna metodologija na bazi ANN i ELM za ispitivanje validnosti EKC i najpre primenjena na nivou zemalja EU, za vremenski period od 2000. do 2014. godine, a zatim i za ocenu uticaja urbanizacije i saobraćaja na emisije štetnih gasova u gradu Nišu. Konkretno za

grad Niš, izvršena je i višekriterijumska analiza primenom CRITIC i TOPSIS sa ciljem rangiranja pogonskih tehnologija autobusa.

Originalnost doktorske disertacije se ogleda i u kreiranju dvofaznog modela za određivanje uticaja parametara urbanizacije, vidova saobraćaja i ekonomskog razvoja na zagađenje vazduha. Predložena kombinacija metoda je predstavlja inovativan doprinos unapređenju validnosti Ekološke Kuznjecove krive što je argumentovano u doktorskoj disertaciji i verifikovano objavljenim radovima kandidata.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Spisak literature sadrži 131 bibliografsku jedinicu koje su korišćene u izradi disertacije. Literatura je relevantna za predmet i ciljeve istraživanja. Korišćena literatura najvećim delom obuhvata radove iz međunarodnih naučnih časopisa, a takođe je korišćen i veći broj radova objavljenih u zbornicima radova sa međunarodnih i nacionalnih naučnih skupova iz oblasti menadžmenta u saobraćaju i transportu.

Kandidat je u disertaciji pravilno referisao brojne literaturne izvore i time pokazao visok nivo poznavanja rezultata savremenih istraživanja prisutnih u literaturi iz relevantne naučne oblasti.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U cilju dostizanja novih rezultata, kao i provere polazne hipoteze u istraživanju su korišćene metoda ekstremnog učenja (ELM) u okviru veštačkih neuronskih mreža za određivanje uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet vazduha u različitom ekonomskom okruženju na nacionalnom i lokalnom nivou, kao i klaster analiza. Polazna postavka ove kombinacije metoda je ispitivanje validnosti Kuznjecove ekološke krive. Takođe, primenjene su metode TOPSIS i CRITIC za utvrđivanje vrednosti težinskih koeficijenata u procesu rangiranja pogonskih tehnologija autobusa sa ciljem povećanja kvaliteta vazduha.

Primenjene metode u potpunosti odgovaraju definisanom predmetu i cilju istraživanja.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Današnji ekonomski razvoj država EU, njegov svakodnevni uticaj na zagađenje vazduha kao i alarmantno stanje u pogledu klimatskih promena zahteva primenu različitih modela upravljanja ovim uticajima kako na globalnom tako i na lokalnom nivou. Potrebno je iskoristiti stečena iskustva razvijenih država EU sa aspekta degradacije životne sredine i skratiti vreme prilagođavanja država u tranziciji. EKC predstavlja dobru polaznu osnovu za efikasno rešavanje ovih problema država u razvoju ali njena primena zahteva unapređenja i adaptacije. Shodno tome ispitivanje validnosti EKC je potrebno zasnovati na modelima koji su provereni na realnim podacima, što je u ovoj disertaciji postignuto.

Modeli razvijeni u ovoj disertaciji su testirani na realnim podacim te pored naučnog imaju praktični doprinos i predstavljaju svojevrsnu platformu za donošenje odluka o upravljanju uticajima vidova saobraćaja na kvalitet vazduha uz uvažavanje ekonomskih i demografskih karakteristika posmatranog područja. Predloženi modeli su svojevrsni alati za podršku odlučivanju kreatorima politike saobraćaja na nacionalnom i lokalnom nivou.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Na osnovu višegodišnjeg iskustva u rada sa kandidatom, analize sadržaja doktorske disertacije i verifikovanih rezultata istraživanja koji su objavljeni u međunarodnim i nacionalnim publikacijama, Komisija smatra da je kandidat nesumnjivo pokazao svoju sposobnost za samostalni naučni rad. Pored toga svojim angažovanjem u nastavi, učešćem u međunarodnim i nacionalnim projektima, kao i iskustvom u radu u Centru za motore i motorna vozila Mašinskog fakulteta u Nišu kandidat je pokazao i svoju pedagošku i stručnu kompetentnost u oblasti istraživanja doktorske disertacije.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Na osnovu pregleda doktorske disertacije kandidata Nikole Petrovića, dipl. maš. inž., Komisija smatra da su ostvareni sledeći originalni naučni doprinosi:

- Izvršena je nadgradnja dosadašnje literature koja se odnosi na analizu uticaja vidova (putničkog i teretnog) saobraćaja na kvalitet vazduha u zavisnosti od ekonomskog okruženja i stepena urbanizacije.
- Razvijena je originalna i univerzalna metodologija na bazi ANN i ELM za kvantifikovanje uticaja vidova (putničkog i teretnog) saobraćaja na zagađenje vazduha u zavisnosti od ekonomskog razvoja i stepena urbanizacije na nacionalnom nivou (što predstavlja prvu fazu razvijenog modela)
- Razvijen je originalan pristup adaptaciji EKC, u drugoj fazi modela, polazeći od njenih nedostataka na koje se ukazuje u literature i specifičnosti posmatranog područja.
- Primenom razvijene metodologije na realnim podacima (zemlje EU) utvrđena je optimalna kombinacija vidova putničkog (a zatim i teretnog) saobraćaja sa najmanjim uticajem na zagađenje vazduha na nacionalnom nivou.
- Predloženi dvofazni model je modifikovan i primenjen za kvantifikaciju uticaja urbanizacije i vidova saobraćaja na lokalnom nivou, odnosno nivou grada. Model je primenjen na podacima prikupljenim terenskim istraživanjem na teritoriji grada Niša.
- Razvijen je i primenjen pristup za određivanje težinskih koeficijenata u cilju rangiranja aktuelnih pogonskih tehnologija autobusnog podсистema javnog gradskog transporta putnika prema njihovom doprinosu kvalitetu životne sredine, a u skladu sa specifičnostima posmatranog područja (grad Niš).

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Rezultati postignuti u doktorskoj disertaciji, bazirani na primeni razvijenog dvofaznog modela, radi kvantifikovanja uticaja urbanizacije, ekonomskih faktora i vidova (putničkog i teretnog) saobraćaja na kvalitet vazduha, jesu značajan doprinos u unapređenju naučnih znanja iz posmatranih spregnutih naučnih oblasti.

Uzimajući u obzir polazne pretpostavke, postavljene ciljeve i predmet istraživanja, Komisija smatra da rezultati ostvareni u doktorskoj disertaciji daju odgovore na pitanja postavljena

tokom istraživanja i da predstavljaju originalan i savremen pristup. Iskorišćeno je najvažnije svojstvo veštačkih neuronskih mreža - sposobnost aproksimacije proizvoljne nelinearne funkcije sa željenom tačnošću, što omogućava upravljanje nelinearnim procesima. Ovo svojstvo u kombinaciji sa validacijom Ekološke Kuznjecove krive je na originalan način primenjeno u analizi međuzavisnosti između emisija štetnih gasova uzrokovanih različitim vidovima saobraćaja sa jedne strane i urbanizacije zajedno sa privrednim rastom sa druge strane. Predložena metodologije daje dobru osnovu za analizu ovih složenih uticaja uz mogućnost unapređenja uključivanjem dodatnih faktora/uticaja (kao što su kompleksniji indikatori urbanizacije za koje se tek formira odgovarajuća informaciona osnova).

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Verifikacija naučnih doprinosa ostvarenih u okviru ove doktorske disertacije postignuta je objavljivanjem rezultata istraživanja u međunarodnim i nacionalnim časopisima i saopštavanjem rezultata istraživanja na međunarodnim i nacionalnim skupovima.

Verifikacija naučnih doprinosa disertacije ostvarena je objavljivanjem sledećih radova:

Kategorija M21a:

1. **Petrović, N.**, Bojović, N., Petrović, J., 2016. „Appraisal of urbanization and traffic on environmental quality”, *Journal of CO₂ Utilization*, Vol. 16, pp. 428-430, ISSN: 2212-9820. Impact Factor (2015): 4.764,

Kategorija M51:

1. **Petrović, N.**, Bojović, N., Petrović, M., Jovanović, V. 2018. „Study of the environmental Kuznets curve for transport greenhouse gas emissions in the European Union”, *The Scientific journal Facta Univerzitat*, Series Mechanical Engineering, University of Niš, <http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMechEng/issue/view/543> (DOI: 10.22190/FUME171212010P)

Kategorija M33:

1. **Petrović, N.**, Petrović, J., Parezanović, T., 2015. „Multicriteria Approach of Transport Impact Assessment on the Environmental Inequality in the City of Niš”, *Mechanical Engineering in XXI Century*, 3rd International Conference, Niš, Mašinski fakultet Niš, pp. 431-434, ISBN 978-86-6055-072-1
2. **Petrović, N.**, Stamenković, D., Pejčić Tarle, S., Vasin, Lj., Milošević, M., 2014. „Multi-criteria analysis of alternative propulsion systems for vehicles of public transport passengers in Niš”, *The 5th International Conference TRANSPORT AND LOGISTICS - TIL 2014*, Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš, pp. 135-138, ISBN 978-86-6055-053-0
3. **Petrović, N.**, Petrović, J., Jovanović, V., Mitrović, M., 2014. „Multicriteria sustainability evaluation of transport modes”, *The 16th International Scientific-Expert Conference on Railways - RAILCON 2014*, Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš, pp. 113-116, ISBN 978-86-6055-060-8

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Imajući u vidu strukturu disertacije, primenjene naučne metode, kvalitet istraživanja i značaj rezultata i zaključaka koji su prikazani, Komisija smatra da je doktorska disertacija Nikole Petrovića, diplomiranog mašinskog inženjera, originalan, savremen i značajan naučni rad u užoj naučnoj oblasti „Menadžment u saobraćaju i transportu“ i predstavlja vredan i u praksi primenljiv naučni doprinos u oblasti saobraćaja.

Komisija smatra da je kandidat Nikola Petrović, dipl. maš inž., kroz izradu doktorske disertacije i objavljivanjem radova kako u međunarodnim tako i u nacionalnim časopisima pokazao sposobnost za samostalan naučno-istraživački rad.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu da podnetu doktorsku disertaciju „**Upravljanje uticajima urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet životne sredine**“, kandidata Nikole Petrovića, dipl. maš. inž. posle izlaganja na uvid javnosti, prihvati i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, a potom zakaže javnu odbranu.

ČLANOVI KOMISIJE

dr Nebojša Bojović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni
fakultet

dr Marijana Petrović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni
fakultet

dr Dušan Stamenković, redovni profesor
Univerzitet u Nišu - Mašinski fakultet

U Beogradu 26. 4. 2018. godine.