

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
SAOBRAĆAJNOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Mr Miloša Milenkovića za izradu doktorske disertacije

Nastavno-naučno veće Saobraćajnog fakulteta je na svojoj sednici održanoj 13.03.2013. godine donelo Odluku (broj 96/4 od 19.03.2013) o imenovanju Komisije za ocenu podobnosti kandidata i teme za izradu doktorske disertacije kandidata mr Miloša Milenkovića, dipl. inž., pod nazivom “Fuzzy stohastički model za dimenzionisanje železničkog teretnog kolskog parka“, u sastavu:

Dr Nebojša Bojović, redovni profesor

Dr Dragutin Kostić, redovni profesor

Dr Jozef Kratica, Viši naučni saradnik Matematičkog instituta SANU

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

1.1 Biografski podaci

Mr Miloš Milenković, dipl. inž. rođen je 24.11.1979. godine u Smederevskoj Palanci, gde je stekao osnovno i srednjoškolsko obrazovanje. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu je upisao školske 1998/99. godine. Diplomirao je 09.12.2004. godine na Odseku za železnički saobraćaj i transport, na temi „Primena inteligentnih transportnih sistema u železničkom saobraćaju“ pod mentorstvom Prof. dr Nebojše Bojovića.

U periodu od 2005. do 2008. godine bio je angažovan kao stručni saradnik na izvođenju nastave iz predmeta „Ekonomika železničkog saobraćaja i transporta“, „Upravljanje železničkim saobraćajem i transportom“ i „Tržišno i marketinško poslovanje u železničkom saobraćaju“ na Združenoj katedri za upravljanje na železnici, vuču i vozna sredstva.

U JP “Železnice Srbije“ je zasnovao radni odnos 18.12.2006. godine. Nakon položenog stručnog ispita i stečenog zvanja „Samostalni inženjer na železnici“, postao je „Vodeći inženjer za organizaciju saobraćaja i red vožnje“ u Sektoru za prevoz putnika.

Marta 2008. godine je zasnovao radni odnos kao saradnik u nastavi za užu naučnu oblast „Upravljanje, menadžment, ekonomika i marketing u železničkom saobraćaju“ na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, magistrirao je 2010. godine sa temom „Primena celobrojnog programiranja za rešavanje problema raspoređivanja vozova“. Juna 2010. godine izabran je u zvanje asistenta za užu naučnu oblast „Upravljanje, menadžment, ekonomika i marketing u železničkom saobraćaju“. U periodu 2010-2013 godine, angažovan je na izvođenju nastave iz predmeta „Inženjerska ekonomika u železničkom saobraćaju i

transportu“, Troškovna efikasnost u železničkom inženjerstvu“ i „Upravljanje železničkim saobraćajem i transportom“ na osnovnim studijama. U pomenutom periodu angažovan je na master studijama na izvođenju nastave iz predmeta „Menadžment u transportu i komunikacijama“ i „Projektovanje organizacije u transportu i komunikacijama“.

Oblasti naučnog interesovanja su: matematičko programiranje, teorija optimalnog upravljanja, fuzzy teorija optimalnog upravljanja, heuristički algoritmi, analiza vremenskih serija, fuzzy i fuzzy stohastičko modelovanje vremenskih serija.

Radio je recenzije za časopise „International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems“ i „International Journal of Railway Technology“. Član je uređivačkog odbora konferencije pod nazivom „The Second International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance“ u organizaciji Civil-Comp Limited koja će se održati u periodu od 08. do 11. 04. 2014. godine u gradu Ajaccio na Korzici.

Kandidat je autor i koautor više radova objavljenih u domaćim i međunarodnim časopisima, kao i na domaćim i međunarodnim naučnim skupovima. Kao član autorskog tima učestvovao je na realizaciji nekoliko projekata.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Magistarska teza „Primena celobrojnog matematičkog programiranja za rešavanje problema raspoređivanja vozova“ odbranjena je 05.03.2010. godine na Saobraćajnom fakultetu pod mentorstvom Prof. dr Nebojše Bojovića. U tezi je predstavljen pregled i presek aktuelnih svetskih rezultata i stremljenja u oblasti raspoređivanja vozova u železničkom saobraćaju. Razvijen je matematički model za problem optimizacije reda vožnje. Model se zasniva na „trade-off“ analizi između vremena otpreme za svaki od planiranih vozova i ukupnog vremena zadržavanja koje nastaje usled potrebe da se reše vozni konflikti. S obzirom na činjenicu da optimalan red vožnje predstavlja dobru osnovu za donošenje optimalnih odluka za raspoređivanje lokomotiva, kola i osoblja, ova strategija formiranja reda vožnje zasnovana na fleksibilnim vremenima otpreme vozova predstavlja vrlo efikasan način za poboljšanje konstrukcije reda vožnje.

Radovi objavljeni u međunarodnim časopisima:

1. Bojović N., Milenković M.: The Best Rail Fleet Mix Problem, - Operational Research: An International Journal, Vol 8, 2008, pp. 77-87.
2. Bojović N., Bosković B., Milenković M., Šunjić A.: A Two-Level Approach for Rail Freight Car Fleet Composition Problem, - Transport, Vol 25, No 2, 2010, pp. 186-192.
3. Nuhodžić R., Macura D., Bojović N., Milenković M.: Organizational Design of a Rail Company Using Fuzzy ANP, - African Journal of Business Management, Vol 4, No 6, 2010, pp. 1494-1499.
4. Macura D., Bošković B., Bojović N., Milenković M.: A Model for Prioritization of Rail Infrastructure Projects Using ANP, - International Journal of Transport Economics, Vol 38, No 3, 2011, pp. 265-289, IF 2011: 0,345.
5. Milenković M., Bojović N., Ribeiro R.A., Glišović N.: A Fuzzy Simulated Annealing Approach for Project Time-Cost Tradeoff, - Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Vol 23, 2012, pp. 1-13, IF 2011: 0,556.

Radovi objavljeni u domaćim časopisima:

1. Bojović N., Milenković M.: Intelligent Transportation Systems in Railway Transportation, - Tehnika, Vol 2, 2005, pp. 5-13.

Radovi objavljeni u zbornicima radova međunarodnih naučnih skupova:

1. Bojović N., Milenković M.: Determining an Optimal Rail Fleet Composition, - Proceedings of 64th Meeting of the European Working Group, Technological Education Institute of Larissa, Greece 2006, pp. 45.
2. Bojović N., Mačvanski D., Milenković M.: Organizational Design of a Railway Company Using Fuzzy ANP, - 68th Meeting of the European Working Group MCDA, Proceedings of abstracts and papers, Chania, Crete 2008, pp. 65-72.
3. Glišović N., Bojović N., Milenković M., Knežević N.: Decision Support System for a Project Management Application,- Proceedings of 3rd International Conference on Computational and Financial Econometrics - CFE 09, Limassol, Cyprus 2009, pp. 29-31.
4. Glišović N., Bojović N., Milenković M.: Fuzzy Reasoning Approach for a Postal Company Restructuring Project,- In CD-ROM Proceedings of 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Subotica 2009, pp. 141-144.
5. Milenković M., Bojović N., Šunjić A.: A Fuzzy Multiobjective Approach for Determining the Best Rail Fleet Composition Problem, - Proceedings of XL Annual Conference Italian Operational Research Society, Siena 2009, Italy, pp. 127-128.
6. Stanojević P., Marić M., Kratica J., Bojović N., Milenković M.: (2009) Mathematical Optimization for the Train Timetabling Problem, - MASSEE International Congress on Mathematics, Ohrid 2009, Republic of Macedonia, pp. 96-104.
7. Glišović N., Bojović N., Milenković M.: Decision Support System for a Project Activity Time Forecasting Based on Fuzzy PERT Method, - 32nd International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat 2010, Croatia, pp. 231-236.
8. Bojović N., Milenković M.: Train Driver Rostering Optimization. Intelligent Systems and Informatics (SISY), 8th International Symposium, Subotica 2010, Serbia, pp. 501-504.
9. Milenković M., Bojović N., Nuhodžić R.: (2011) A Model for Rail Freight Car Inventory Process, - Proceedings of 10th Balkan conference on Operation Research, Balcór, Thessaloniki 2011, Grece, pp. 175-182
10. Glišović N., Ribeiro R.A., Milenković M., Bojović N., Petrović V.: A SA-based Solution Procedure for Fuzzy Time-Cost Tradeoff, - Proceedings of International Scientific Conference "From Global Crisis to Economic Growth – which way to take", Belgrade 2012, Serbia, pp. 1-12.
11. Milenković M., Bojović N., Milošević M.: A Neuro-Fuzzy Approach for Urban Rail Passenger Demand Forecasting, - Proceedings of Scientific-Expert Conference on Railways - RAILCON 12, Nis 2012, Serbia, pp. 93-96.
12. Milenković, M., Bojović N., Nuhodžić R.: A Comparative Analysis of Neuro-Fuzzy and Arima Models for Urban Rail Passenger Demand Forecasting, - Proceedings of International Conference on Traffic and Transport Engineering - Belgrade 2012, Serbia, pp. 569-577.

Radovi objavljeni u zbornicima radova domaćih naučnih skupova:

1. Bojović N., Milenković M.: CRM and its Application in Railway Transportation, - Zbornik radova naučno-stručne konferencije o železnici Želkon, Niš 2006, str. 133-136.
2. Milenković M., Stanojević P., Marić M., Bojović N., Kratica J.: Tactical Train Scheduling, - Zbornik radova sa konferencije "ETTRAN", Vrnjačka Banja (Selected as the best paper of young researcher) 2009, str. 1-8.
3. Bojović N., Glišović N., Milenković M.: A Decision Support System for Business Process Reengineering of Postal Operators, - Zbornik radova 27. simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd 2009, str. 49-56.
4. Bojović N., Milenković M., Šunjić A.: Locomotive Scheduling Problem, - Zbornik radova 36. Simpozijuma o operacionim istraživanjima, Ivanjica 2009, str. 22-25.

5. Bojović N., Milenković M.: Train Crew Pairing Optimization: Serbian Railways Case, - Zbornik radova 37. Simpozijuma o operacionim istraživanjima, Tara 2010, str. 1-4.
6. Bojović N., Knežević N., Macura D., Milenković M.: Critical Infrastructure Management Model for Sustainable Development of Postal Sector, - Zbornik radova 28. simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd 2010, str. 25-30.
7. Bojović N., Tihomirović S., Milenković M.: DEA Method for Rail Company Efficiency Measuring with Special Emphasis to PE "Serbian Railways", - Zbornik radova naučno-stručne konferencije o železnici Želkon, Niš 2010, str. 259-262
8. Knežević N., Bojović N., Milenković M., Macura D.: Post Service Volume Modelling using Box-Jenkins Procedure. Zbornik radova 29. simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd 2011, str. 33-40.
9. Božić M., Glišović N., Milenković M., Uncertainty Modeling in Project Scheduling using Bayesian Networks: The Case of Post of Serbia, Zbornik radova 30. simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd 2012, str. 97-104.

Studije i projekti:

1. „Upravljanje kritičnom infrastrukturom za održivi razvoj u poštanskom, komunikacionom i železničkom sektoru Republike Srbije“, realizator: Institut Saobraćajnog fakulteta, naručilac: Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja, 2011-2014.
2. „Reinženjering poslovnih procesa i upravljanje rizikom u pružanju poštanskih usluga“, realizator: Institut Saobraćajnog fakulteta, naručilac: Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja, 2008-2010.
3. „Izbor strategije restrukturiranja "Željezničkog prevoza Crne Gore" ad“, realizator: Institut Saobraćajnog fakulteta, naručilac: Željeznički prevoz Crne Gore ad, 2009.
4. "General Master Plan for Transport in Serbia", Contract No 05SER01/04/016, An EU-funded project managed by the European Commission Delegation, Assistant Team Leader, Belgrade 2008 – 2009.
5. „Poslovna, organizaciona i marketinška transformacija JAT AIRWAYS-a“, realizator: Institut Saobraćajnog fakulteta, 2008.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Komisija je mišljenja, zasnovanog na prethodno izloženim pokazanim činjenicama o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima, da kandidat ispunjava sve uslove podobnosti za rad na predloženoj temi doktorke disertacije "Fuzzy stohastički model za dimenzionisanje železničkog teretnog kolskog parka".

2. Predmet i cilj istraživanja

Tri osnovne kategorije problema koje treba rešiti u cilju pružanja kvalitetne transportne usluge su obezbeđenje dovoljnih kapaciteta, raspoređivanje kola i upravljanje kretanjem vozova. Određivanje veličine investicija u teretna kola železnice predstavlja primarni zadatak za prvu vrstu problema. Druga vrsta problema odnosi ne na određivanje neophodnih tokova praznih kola kao posledica nesimetrične tražnje između stanica. Poslednja kategorija problema obuhvata regulisanje kretanja teretnih kola kako bi se uvećala prevozna i propusna moć pruga.

Interakcije između odluka o dimenzionisanju teretnog kolskog parka i odluka o iskorišćenju, odnosno raspodeli teretnih kola i kombinovani efekti ovih odluka na kapacitet i efikasnost železničkog sistema predstavljaju fokus ove disertacije. Mogućnost direktnog uticaja na nivo investicija u kapitalne resurse, čini potencijalne koristi od poboljšanog iskorišćenja teretnih kola mnogo značajnijim nego što bi se moglo utvrditi samo iz obračuna smanjenih operativnih troškova. Za modelovanje interakcija iskorišćenja teretnih kola i dimenzionisanja teretnog kolskog parka moraju se pažljivo razmotriti dve krucijalne karakteristike železničkog sistema: njegova dinamička priroda, stoga što se tražnja u sistemu menja tokom vremena, i postoji neizvesnost, kako u performansama sistema tako i u prognoziranju buduće tražnje. Ove dve karakteristike su osnova modela koji će biti predstavljen u disertaciji.

U disertaciji će biti primenjen fuzzy stohastički pristup problemu simultane optimizacije teretnog kolskog parka i alokacije teretnih kola. Na bazi opšte teorije sistema, predložen je pristup fuzzy stohastičkog linearnog kvadratnog Gausovog regulatora za određivanje optimalne politike problema, pri čemu je tražnja za teretnim kolima modelovana kao fuzzy stohastička promenljiva, dok su vremena putovanja teretnih kola između izvorišno odredišnih stanica implicitno modelovana preko fuzzy proporcije prispeća teretnih kola u stanicu.

Osnovni cilj razvoja i primene ovog dinamičkog optimizacionog modela je dobijanje odgovora na osnovna pitanja o definisanju odgovarajuće politike investiranja. Ovo podrazumeva određivanje prostorne i vremenske lokacije teretnih kola koja se kreću u tovarenom i praznom stanju ili se nalaze po stanicama.

Takođe, pored ovog osnovnog, drugi značajan cilj predstavlja poboljšanje korišćenja teretnih kola kroz smanjenje njihovog kretanja u praznom stanju.

Treći cilj je uvođenje što većeg broja realističnih pretpostavki u razvoju fuzzy stohastičkog modela za istovremeno dimenzionisanje teretnog kolskog parka i alokaciju teretnih kola.

Kandidat u prijavi navodi da će se pri izradi ove doktorske disertacije koristiti sledeća literatura:

- [1] Beaujon G.J., Turnquist M.A.: A model for fleet sizing and vehicle allocation, - Transportation Science, Vol 25, No 1, 1991, pp. 19-45.
- [2] Bojovic N.J.: A general system theory approach to rail freight car fleet sizing, - European Journal of Operational Research, Vol 136, No 1, 2002, pp. 136-172.
- [3] Bjork K.M.: An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem, - International Journal of Approximate Reasoning, Vol 50, No 3, 2009, pp. 485-493.
- [4] Bjork K.M.: A multi-item fuzzy economic production quantity problem with a finite production rate, - International Journal of Production Economics, Vol 135, No 2, 2012, pp. 702-707.
- [5] Bryson A.E., Ho Y.: Applied Optimal Control, -Wiley, New York, 1975.
- [6] Chang H.C., Yao J.S., Ouyang L.Y.: Fuzzy mixture inventory model involving fuzzy random variable lead time demand and fuzzy total demand, - European Journal of Operational Research Vol 169, No 1, 2006, pp. 65-80.
- [7] Chang H., Yao J., Ouyang L.: Fuzzy mixture inventory model with variable lead time based on probabilistic fuzzy set and triangular fuzzy number, - Mathematical and Computer Modeling, Vol 39, No 2-3, 2004, pp. 287-304.
- [8] Cheon M.S., Furman K.C., Shaffer T.D.: A modeling framework for railcar fleet sizing in the chemical industry, - Industrial & Engineering Chemistry Research Vol 51, No 29, 2012, pp. 9825-9834.
- [9] Dehghan M., Ghatte M., Hashemi B.: Inverse of a fuzzy matrix of fuzzy numbers, - International Journal of Computer Mathematics, Vol 86, 2009, pp. 1433-1452.

- [10] Dubois D., Prade H.: Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. Academic Press, London, 1980.
- [11] Fukasawa R., de Aragao M.P., Porto O., Uchoa E.: Solving the freight car flow problem to optimality, - Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Vol 66, No 6, 2012, pp. 42-52.
- [12] Fu L, Ishkhanov G.: Fleet size and mix optimization for paratransit services. Transportation Research Record, No 1884, 2004, pp. 39-46.
- [13] Hadley G., Whitin T.M.: Analysis of Inventory Systems, Prentice Hall, London, 1963.
- [14] Javadian N., Sayarshad H.R., Najafi S.: Using Simulated Annealing for Determination of the Capacity of Yard Stations in a Railway Industry, - Applied Soft Computing, Vol 11, No 2, 2011, pp. 1899-1907.
- [15] Jordan W.C., Turnquist M.A.: A stochastic, dynamic network model for railroad car distribution, - Transportation Science, Vol 17, No 2, 1983, pp. 124-145.
- [16] Kwakernaak H.: Fuzzy random variables. Part I: definitions and theorems, - Information Science, Vol. 15, 1978, pp. 1-29.
- [17] Kwakernaak H.: Fuzzy random variables. Part II: algorithms and examples for the discrete case, - Information Science, Vol 17, 1979, pp. 253-278.
- [18] Lawley M., Parmeshwaran V., Richard J.P., Turkcan A., Dalal M., Ramcharan D.: A time-space scheduling model for optimizing recurring bulk railcar deliveries, - Transportation Research Part B, Vol 42, No 5, 2008, pp. 438-454.
- [19] Lin Y.J.: A periodic review inventory model involving fuzzy expected demand short and fuzzy backorder rate, - Computers & Industrial Engineering Vol 54, No 3, 2008, pp. 666-676.
- [20] Loxton R., Lin Q., Teo K. L.: A stochastic fleet composition problem, - Computers & Operations Research Vol 39, No 12, 2012, pp. 3177-3184.
- [21] Narisetty A.K., Richard J.P., Ramcharan D., Murphy D., Minks G., Fuller J.: An optimization model for empty freight car assignment at Union Pacific Railroad,- Interfaces, Vol 38, No 2, 2008, pp. 89-102.
- [22] Pal M., Murmu G., Pal A.: Orthogonality of Imprecise Matrices, - Proceedings of the International conference on E-Business Intelligence, China 2010., pp. 560-565.
- [23] Powell W.B.: A stochastic model of the dynamic vehicle allocation problem, - Transportation Science, Vol 20, No 2, 1986, pp. 117-129.
- [24] Rohn J.: Interval matrices: Singularity and real eigenvalues, - SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications, Vol 14, No 1, 1993, pp. 82-91.
- [25] Sayarshad H.R., Ghoseiri K.: A simulated annealing approach for the multi periodic rail-car fleet sizing problem, - Computers and Operations Research, Vol 36, No 6, 2009, pp. 1789-1799.
- [26] Sayarashad H.R., Moghaddam R.T.: Solving a multi-periodic stochastic model of the rail car fleet sizing by two stage optimization formulation, Applied Mathematical Modelling Vol 34, No 5, pp. 1164-1174.
- [27] Sayarshad H.R., Javadian N., Tavakoli-Moghaddam R., Forghani N.: Solving Multi-objective optimization formulation for fleet planning in a railway industry, - Annals of Operations Research, Vol 181, No 1, 2010, pp. 185-197.
- [28] Sayarshad H.R., Marler T.: A new multi-objective optimization formulation for rail-car fleet sizing problems, - Operational Research: An International Journal, Vol 10, No 2, 2010, pp. 175-198.

- [29] Sherali H.D., Lunday B. J.: Equitable apportionment of railcars within a pooling agreement for shipping automobiles, - *Transportation Research Part E*, Vol 47, No 2, 2011, pp. 263-283.
- [30] Shyamal A.K., Pal M.: Triangular fuzzy matrices, - *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, Vol 4, No 1, pp. 75-87.
- [31] Song D.P., Earl C.F.: Optimal empty vehicle repositioning and fleet-sizing for two-depot service systems, - *European Journal of Operational Research* Vol 185, No 2, 2008, pp. 760-777.
- [32] Speyer J.L., Chung W.H.: *Stochastic Processes, Estimation and Control*, - Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, USA, 2008.
- [33] Taha H.A.: *Operations Research: An Introduction*, - Pearson Education International, 2003.
- [34] Wu P., Hartman J., Wilson G.: An integrated model and solution approach for fleet sizing with heterogeneous assets, - *Transportation Science*, Vol 39, No 1, 2005, pp. 87 - 103.
- [35] Yaghini M., Khandaghabadi Z.: A hybrid metaheuristic algorithm for dynamic rail car fleet sizing problem, - *Applied Mathematical Modelling*, Vol 37, No 6, 2013, pp. 4127-4138.
- [36] Yao J.S., Wu K.: Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance, - *Fuzzy Sets and Systems*, Vol 116, No 2, 2000, pp. 275-288.
- [37] Zak J., Redmer A., Sawicki P.: Multiple objective optimization of the fleet sizing problem for road freight transportation, - *Journal of Advanced Transportation*, Vol 42, No 4, 2011, pp. 321-347.

3. Polazne hipoteze

U oblasti robnog prevoza, železničke kompanije se danas posebno suočavaju sa jakom konkurencijom i izraženim trendom smanjenja tržišta. Iz ovih razloga železnice nastoje da unaprede postojeće sisteme za racionalno i efikasno korišćenje teretnog kolskog parka koji ima veliko učešće u ukupnom kapitalu.

Tražnja za transportnom uslugom sasvim je izvesna u tekućem periodu planskog horizonta i obezbeđuje se centralizovanim informacionim sistemom praćenja porudžbina. Međutim, tražnja u narednim periodima visoko je podvrgnuta neizvesnosti čiji se stepen dodatno uvećava u vremenu. Osim toga, vremena putovanja teretnih kola se takođe karakterišu velikom neizvesnošću. U realnim situacijama čest je slučaj da egzaktna vremena putovanja teretnih kola između para izvorišno-odredišnih stanica nisu unapred poznata.

Postojeći pristupi poboljšanju procesa upravljanja voznim parkom tretiraju ulazne parametre na deterministički ili stohastički način. Deterministički pristupi pretpostavljaju da su ulazni parametri (ponuda, tražnja i vreme putovanja) egzaktne vrednosti. Ovi optimizacioni modeli su primenjeni za optimalno raspoređivanje praznih prevoznih sredstava prema utvrđenim ciljevima i pravilima alokacije. Pri svakodnevnom obavljanju železničkog robnog saobraćaja postoji velika neizvesnost. U literaturi, osim metoda kao što su planiranje scenarija, analize osetljivosti i robustna optimizacija, često se koristi stohastički pristup zasnovan na teoriji verovatnoće kao način za tretiranje neizvesnosti parametara modela. Ovaj pristup zahteva prethodnu predvidivu zakonitost ili aposteriornu raspodelu učestalosti za modelovanje parametara.

Međutim, ovi parametri su vrlo promenljivi i statistički podaci bi trebali biti estimovane vrednosti. Prema tome, razmotreni parametri trebaju biti u okolini estimovane vrednosti sa odgovarajućim fuzzy karakteristikama. Iz pomenutih razloga u disertaciji tražnja će biti

posmatrana kao fuzzy stohastički parametar, dok će vreme putovanja teretnih kola biti implicitno modelovano preko fuzzy proporcije prispeća kola u određenu stanicu.

Problem simultane optimizacije veličine kolskog parka i alokacije teretnih kola je višestruko složen pored ostalog iz razloga što je železnički kolski park sačinjen od velikog broja različitih tipova teretnih kola koja se ne mogu koristiti za prevoz svih vrsta roba. U praksi, neraspologanje željenim tipom teretnih kola često primorava prevoznike da zamene jedan tip kola drugim. Određeni tipovi teretnih kola često sadrže veliki broj različitih serija i podserija koje su samo delimično zamenjive. Problem se u literaturi razmatra kao homogen ili heterogen. U disertaciji će se pretpostaviti homogeni teretni kolski park. Kako predloženi model neće sadržati ograničenja kapaciteta na mreži, heterogenost se može razmatrati kroz veći broj pokretanja modela i to za svaki tip teretnih kola posebno.

4. Naučne metode istraživanja

U ovoj disertaciji, biće razvijen fuzzy linearni dinamički model tokova železničkih kola (praznih i tovaranih) na mreži, koji predstavlja osnovu za primenu teorije optimalnog upravljanja za rešavanje problema dimenzionisanja teretnog kolskog parka. Model obuhvata specifikaciju neizvesne tražnje kao fuzzy stohastičke promenljive. Primeniće se teorija optimalnog upravljanja za određivanje veličine teretnog kolskog parka u fuzzy stohastičkom slučaju, na osnovu uspostavljanja ravnoteže između egzaktnih troškovnih parametara. Predloženi matematički model omogućava, kroz fuzzy vektorsku diferentnu jednačinu stanja, adekvatno predstavljanje dinamičke prirode tražnje za teretnim kolima. Koncept prostor-stanje je podesan za korišćenje pri estimovanju neizvesnosti vremena prispeća tovaranih i praznih teretnih kola.

Optimalno upravljanje razmatra probleme određivanja zakona upravljanja za dati sistem tako da je određeni kriterijum optimalnosti zadovoljen. Problem upravljanja obuhvata određeni kriterijum performansi kao meru funkcije promenljivih stanja i upravljanja. U ovoj disertaciji, meru performansi sistema predstavljaće funkcional cilja kojim se minimiziraju fuzzy očekivani troškovi vlasništva i raspodele praznih i tovaranih kola na posmatranoj železničkoj mreži. Cilj je da se odredi optimalna politika koja preslikava određenu vrednost stanja na upravljanje koje na najbolji način zadovoljava dati cilj. Fuzzy linearni Gausov sistem se posmatra kao fuzzy kvadratni troškovni funkcional. Kako funkcional cilja sistema sadrži trošak kretanja i čuvanja praznih i tovaranih kola, ne postoje praktična ograničenja za njegovo tretiranje u kvadratnoj formi.

Optimalno upravljanje za fuzzy linearni sistem sa kvadratnim kriterijumom optimalnosti vodi linearnoj povratnoj sprezi promenljivih stanja. Fuzzy promenljive stanja se mogu estimovati korišćenjem filtera koji predstavlja model sistema i povratnog signala koji je proporcionalan razlici između prognozirane i estimovane fuzzy vrednosti. Kombinovanje ove dve strukture, optimalnog filtera i optimalnog determinističkog regulatora za slučaj fuzzy ulaza vodi optimalnom fuzzy regulatoru sa povratnom spregom. Postupak prognožiranja za estimaciju vektora stanja u železničkim stanicama sprovede se primenom metoda fuzzy dvostrukog eksponencijalnog izgladivanja. Rekurzivni algoritam dinamičkog programiranja će biti primenjen za rešavanje predstavljenog fuzzy stohastičkog sekvencijalnog optimizacionog problema. Prema principu separacije, stanja estimacije i upravljanja su nezavisna. Princip separacije omogućava dekomponovanje ovog problema fuzzy optimalnog upravljanja na dva nezavisna potproblema: optimalno fuzzy regulisanje i fuzzy estimovanje stanja. Diskretni fuzzy Kalmanov filter će biti upotrebljen za estimaciju fuzzy stanja.

Za analizu stanja teretnih kola u stanicama na razmatranoj železničkoj mreži razmotriće se fuzzy stohastički model zaliha za sve periode osim poslednjeg. Ovaj model zasnovan je na više periodnom modelu ekonomske količine naručivanja. Analiza stanja teretnih kola u

poslednjem periodu planskog horizonta se zasniva na fuzzy stohastičkom modelu raznosača novina.

Postoje brojne strategije za defuzzyfikaciju fuzzy brojeva. Između ostalih to su koeficijent varijacije, rastojanje između fuzzy skupova i otežana srednja vrednost. Uprkos postojanju velikog broja metoda, nijedan ne može konzistentno rangirati fuzzy brojeve u svim slučajevima. U ovoj disertaciji posebno će se testirati metod „signed distance“ za defuzzyfikaciju fuzzy brojeva.

Model će biti programiran korišćenjem softverskog paketa Matlab uz dodatak Intlab softvera za proračun inverznih fuzzy trougaonih matrica.

5. Očekivani naučni doprinos

U disertaciji će biti razmotren problem simultanog dimenzionisanja teretnog kolskog parka i alokacije teretnih kola na železnici. Ovaj problem predstavlja jedan od najznačajnijih problema kombinatorne optimizacije na železnici. Na osnovu dosadašnjih, tekućih i planiranih istraživanja, pored opšte analize problema, naučni doprinosi koji se očekuju su:

- Razvoj dinamičkog modela za upravljanje tokovima teretnih kola i dimenzionisanje kolskog parka koji je zasnovan na teoriji optimalnog upravljanja;
- Tretiranje ulaznih parametara, tražnje i vremena putovanja, na fuzzy stohastički, odnosno fuzzy način;
- Razvoj modela jednog i više perioda za upravljanje zalihama teretnih kola u stanicama na železničkoj mreži, uz razmatranje tražnje kao fuzzy stohastičkog ulaznog parametra;
- Razvoj fuzzy modela prognožiranja stanja teretnih kola u stanicama na železničkoj mreži;
- Testiranje i validacija pristupa kao jednog računarski vrlo efikasnog načina za optimizaciju i upravljanje teretnim kolskim parkom.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Doktorsku disertaciju, čine pored opštih sastavnih elemenata, kao što su: apstrakt na srpskom i engleskom jeziku, ključne reči, predgovor, sadržaj, spisak skraćenica, slika, tabela i literature, sledeće strukturne celine:

- Uvodna razmatranja
- Pregled literature
- Pristup fuzzy optimalnog upravljanja dimenzionisanju teretnog kolskog parka
- Predloženo rešenje problema dimenzionisanja teretnog kolskog parka
- Numerički eksperimenti i analiza dobijenih rezultata
- Zaključak

7. Zaključak i predlog

Na osnovu uvida u prijavu teme doktorske disertacije, Komisija smatra da je tema koju kandidat predlaže u naučno-stručnom smislu aktuelna i značajna kako za železničke kompanije, tako i za korisnike usluga železničkog saobraćaja. Takođe, predložena tema pruža mogućnosti za postizanje naučnog doprinosa koji je kandidat naveo i obrazložio u prijavi. Komisija smatra da očekivani rezultati mogu naći i praktičnu primenu u železničkim kompanijama u cilju poboljšanja efikasnosti, a samim tim i konkurentnosti železničkog saobraćaja.

Predložena tema spada u užu naučnu oblast „Upravljanje železničkim saobraćajem i transportom“ za koju je Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu matičan. Kandidat mr Miloš Milenković, dipl. inž., je diplomirao i magistrirao na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Objavio je niz naučno-stručnih radova iz uže naučne oblasti „Upravljanje železničkim saobraćajem i transportom“ iz koje i prijavljuje temu doktorske disertacije.

Na osnovu naučnog i stručnog rada, praktičnog iskustva, kao i prethodnog obrazovanja, Komisija smatra da kandidat ispunjava sve uslove za prijavu doktorske disertacije, kao i da je u potpunosti osposobljen da pristupi istraživanju u okviru predložene teme. Komisija predlaže da se prijava doktorke disertacije pod nazivom: “Fuzzy stohastički model za dimenzionisanje železničkog teretnog kolskog parka“, kandidata **mr Miloša Milenkovića, dipl. inž.**, prihvati i prosledi Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, kao i da se za mentora odredi Prof. dr Nebojša Bojović.

U Beogradu, 26.03.2013. godine

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Nebojša Bojović, redovni
profesor Saobraćajnog fakulteta
u Beogradu

Dr Dragutin Kostić, redovni
profesor Saobraćajnog fakulteta
u Beogradu

Dr Jozef Kratica, Viši
naučni saradnik Matematičkog
instituta SANU