

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

КОМИСИЈИ ЗА ДОКТОРСKE СТУДИЈЕ

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета (бр. 649/7, од 02.09.2016.) одржаног 30.08.2016. године именовани смо у Комисију за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације кандидата Марка Николића, дипл. инж, под радним називом „МОДЕЛ ИЗБОРА РУТЕ ПУТОВАЊА ЗАСНОВАН НА ПРЕДХОДНО СНИМЉЕНИМ ПОДАЦИМА НА УЛИЧНОЈ МРЕЖИ“. Након увида у достављени материјал Наставно-научном већу Саобраћајног факултета подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Марко Николић, дипломирани инжењер саобраћаја, рођен је 30. јуна 1986. године у Бору. Основну школу и природно-математички смер у Гимназији „Бора Станковић“ у Бору је завршио са одличним успехом. Саобраћајни факултет, одсек Друмски саобраћај и транспорт, смер Саобраћајни, је уписао школске 2005./2006. године. Током студија био је стипендиста Министарства просвете Републике Србије од 2006. до 2009. године. Основне академске студије је закључно са одбраном завршног рада, под називом „Управљања транспортним захтевима у зони "Град на води" [у Београду]", завршио октобра 2009. године, са просечном оценом 8,60. Мастер академске студије је уписао школске 2009/2010. године, на одсеку Саобраћајно инжењерство, које је завршио закључно са одбраном мастер рада под називом „Утицај временских прилика на карактеристике кретања у Београду“ априла 2011. године, са просечном оценом 9,38. Школске 2013./2014. године је уписао Докторске академске студије на Саобраћајном факултету, Универзитета у Београду. Испите предвиђене планом и програмом докторских студија положио је са оценом 9,60. Тренутно је запослен у ЈП „Пошта Србије“, на пословима везаним за управљање транспортом и контролу процеса прераде пошиљака.

1.2 Стечено научно-истраживачко искуство

Школске 2013./2014. године је уписао Докторске академске студије на Саобраћајном факултету, Универзитета у Београду и положио све испите са оценом:

1. Дискретна математика, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
2. Увод у теорију хаоса, са оценом 10 (7 ЕСПБ);

3. Савремене физичке методе за контролу и детекцију загађености човекове околине, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
4. Транспортна политика у оквиру стратегије одрживог развоја, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
5. Менаџмент у саобраћају и комуникацијама, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
6. Интелигентни саобраћајни системи, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
7. Фази системи са применама у саобраћају и транспорту, са оценом 8 (7 ЕСПБ);
8. Планирање саобраћаја, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
9. Одабрана поглавља из саобраћајног инжењерства, са оценом 10 (7 ЕСПБ);
10. Сити логистика, са оценом 8 (7 ЕСПБ).

У оквиру докторских студија кандидат је испунио и следеће обавезе:

1. Годишњи рад на семинару (4 ЕСПБ);
2. Предлог истраживања у оквиру докторске дисертације (16 ЕСПБ).
3. Одлуком декана Факултета (бр. 761/2, од 13.11.2014.) признат је годишњи рад у вредности од 4 ЕСПБ бода.

У досадашњем научно-истраживачком раду кандидат Марко Николић објавио је један рад у часопису од националног значаја и један рад на конференцији.

Рад објављен у домаћем часопису:

1. Николић Марко К., Јовић Јадранка Ј., Вукановић Смиљан М., Истраживања могућности примене ФЦД система у Београду, Техника, вол. 70, бр. 5, стр. 845-854, 2015.

Рад саопштен на конференцији:

1. Николић М., Јовић Ј., Примена података о времену путовања у моделима оптерећења уличне мреже, XI Саветовање о техникама регулисања саобраћаја, Сомбор, 2015.

Предлог истраживања у оквиру докторске дисертације јавно је одбрањен 26.09.2016. године пред Комисијом која је именована на седници Наставно-научног већа 30.08.2016. године чиме је кандидат остварио 16 ЕСПБ. На основу горе наведеног, кандидат је положио 10 (десет) испита у вредности од укупно 70 (седамдесет) ЕСПБ бодова, признат је годишњи рад у вредности од 4 (четири) ЕСПБ бода и позитивно је оцењена научна заснованост приступног рада (предлога истраживања) у вредности од 16 ЕСПБ бодова.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу наведених података о кандидату, списка положених испита и осталих испуњених обавеза, кандидат је на докторским академским студијама остварио 90 ЕСПБ бодова.

На основу наставног плана и програма докторских академских студија Саобраћајног факултета (Члан 4. Правилника докторских академских студија Саобраћајног факултета – Студијски програм Саобраћај), кандидат Марко

Николић, дипл. инж., испунио је потребне обавезе за израду докторске дисертације.

Истраживања, претходно реализоване обавезе и објављени радови кандидата суштински су повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан и ефикасан како теоријски, тако и експериментални рад на предложеној теми.

Кандидат је у свом досадашњем раду показао особине неопходне за научно-истраживачки рад, као што су разумевање и проширење теоријских знања, оригиналност и упорност. Такође, кандидат поседује личне квалитете у смислу истраживачке радозналости и систематичности које су предуслов за успешно бављење научним радом.

На основу напред изнетих чињеница о досадашњем раду и резултатима, комисија је мишљења да кандидат Марко Николић испуњава све услове подобности за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

У раду ће бити развијен и имплементиран приступ за прикупљање и обраду података који је у литератури познат под називом систем покретних детектора (*floating car data*). Могућности оваквог приступа ће бити представљене имплементацијом методологије којом се дефинишу карактеристике рута уз помоћ ГПС података, сакупљаних возилима на уличној мрежи. Овакав приступ поседује две главне предности, од којих је прва могућност да се на основу утврђених вредности саобраћајних параметара у реалним околностима одреди вероватноћа коришћења одређених рута, док је друга економичност оваквог приступа, с обзиром да нису потребна додатна улагања приликом имплементације и одржавања система за прикупљање података. Коришћењем *floating car data* система у раду ће бити конструисана база података о временским расподелама времена путовања на линковима за различите периоде током дана. За обраду улазних података (ГПС података) биће конструисан посебан алгоритам за филтрирање необрађених ГПС података, као и алгоритам базиран на вишекритеријумском генетском алгоритму за просторно поклапање података са уличном мрежом. Подаци ће бити филтрирани помоћу алата специјално конструисаним за проверу исправности података и за селектовање само оних података који се повезују са кретањем возила на уличној мрежи (искључују се заустављања возила која нису проузрокована условима у саобраћају, као и грешке настале мерењем). Друга фаза обраде података ће подразумевати просторно поклапање ГПС тачака са уличном мрежом и реконструкција стварне путање кретања возила, која је у литератури позната под називом *map-matching*. *Map-matching* модели представљају релативно нову област истраживања и заступљени су у методологијама које користе податке добијене са уређаја за сателитску навигацију. У раду ће бити конструисан специјални *map-matching* модел, који представља један од доприноса истраживања. Предложени приступ за обраду ГПС података представља новитет у области *map-matching* модела, који ће такође по први пут укључивати у самом алгоритму методу динамичког увијања времена за оцену различитих решења. Након обраде, подаци ће се користити за дефинисање времена путовања дуж линкова, поузданости времена путовања, детекцију извора и циљева путовања, као и за реконструкцију одабраних рута путовања

(подаци који ће се примарно користити као улазне вредности приликом дефинисања модела избора руте путовања).

Модел избора руте путовања на уличној мрежи биће конструисан коришћењем технике моделирања путем откривених склоности, којом ће се вршити испитивање утицаја различитих техничко-експлатационих карактеристика рута приликом планирања просторне расподеле путовања. С обзиром да се незнатан број истраживања бавио израдом бихевиористичких модела избора руте путовања на уличној мрежи, резултати овог истраживања би представљали посебан допринос ка бољем разумевању начина на који корисници бирају своје путање. У овом истраживању се вреднује корисност различитих рута на основу следећих карактеристика: просечно време путовања, поузданост времена путовања и дужина рута. Поред дефинисања начина прикупљања података и одабира карактеристика рута на основу којих ће се мерити корисност изабраних решења, у моделу је потребно дефинисати начин генерисања могућих алтернатива и облика логит модела којим ће се дефинисати вероватноћа избора путање кретања. Главни критеријум за одабир ових модела биће могућност њихове примене на уличној мрежи (време потребно за добијање резултата) и тачност у погледу моделирања начина понашања корисника. Модел за генерисање скупа алтернатива биће конструисан комбиновањем досадашњих модела, при чему ће вредности параметара ограничења бити одређене на основу снимљеног узорка путовања.

Предмет и научни циљ докторске дисертације се сагледава кроз развој бихевиористичког модела избора рута путовања на уличној мрежи, који ће бити креиран коришћењем података прикупљених истраживањем на терену. У складу са контекстом и циљевима истраживања, у раду ће бити примењен модел базиран на принципима перципиране корисности, при чему ће се приликом формирања модела, користити закључци и резултати предходних истраживања и подаци добијени путем уређаја за сателитску навигацију возила.

Један од примарних циљева докторске дисертације јесте и да се на основу одабраног модела и теоретског приступа проблему избора руте путовања, дефинише изглед функције корисности и да се на основу откривених склоности снимљеног узорка, изврши калибрација коефицијената ове функције. Такође, додатан допринос дисертације представља креирање иновативних алгоритама и модела за обраду ГПС података као помоћних алата у планирању и моделирању саобраћаја у градовима. Коришћењем флоте возила опремљених ГПС уређајем, у раду ће бити развијена ефикасна и рационална методологија прикупљања и обраде података о временима путовања за сегменте уличне мреже, уз помоћ којих ће бити извршена калибрација улазних вредности параметара у функцији корисности. По сазнањима аутора, у досадашњим истраживањима модели избора руте путовања на уличној мрежи нису испитивани коришћењем система *floating car data*, те се овом дисертацијом и дефинисањем нове методологије пружа додатан допринос у развоју економски рационалних модела избора руте путовања.

Као основна литература користиће се следећи научно-стручки радови:

[1] Abdellaoui, Mohammed, and John Denis Hey, "Advances in decision making under risk and uncertainty", Theory and Decision Library C Vol. 42, Springer, Berlin, Germany, 2008.

[2] Aleskerov, F., Denis, B., & Bernard, M., "Utility maximization, choice and preference", Springer Science & Business Media, Berlin, Germany, 2007.

[3] Banister, D., "Transport and urban development", Economic and Social Research Council (Great Britain), Taylor & Francis, 1995.

[4] Barberà, S., Peter, H., & Christian, S., "Handbook of utility theory: volume 2: extensions" Vol. 2., Springer Science & Business Media, US, 2004.

[5] Bekhor, S, Ben-Akiva, M. & Ramming M. S., "Evaluation of choice set generation algorithms for route choice models.", Annals of Operations Research 144.1, 2006, pp. 235-247.

[6] Bekhor, S., Ben-Akiva, M., & Ramming, M. S., "Adaptation of logit kernel to route choice situation.", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1805.1, 2002, pp. 78-85.

[7] Bekhor, S., Ben-Akiva, M., & Ramming, S., "Evaluation of choice set generation algorithms for route choice models.", Annals of Operations Research 144.1, 2006, pp. 235-247.

[8] Ben-Akiva, M., and Bierlaire, M., "Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions.", Handbook of transportation science, Springer, US, 1999, pp. 5-33.

[9] Ben-Akiva, Moshe E., & Steven R. Lerman. "Discrete choice analysis: theory and application to travel demand." Journal of the Operational Research Society, 1987.

[10] Bierlaire, M., and Emma, F. "Route choice modeling with network-free data." Transportation Research Part C: Emerging Technologies 16.2, 2008, pp. 187-198.

[11] Bierlaire, M., Jingmin C., & Jeffrey N. "Modeling route choice behavior from smartphone GPS data." Report TRANSP-OR 101016, 2010.

[12] Binmore, K., "Rational decisions", The Gorman Lectures in Economics, Princeton University Press, New Jersey, US, 2008.

[13] Bovy, P. HL, and Eliahu S. "Route choice: Wayfinding in transport networks", Studies in operational regional science, No. 9., Kluwer Academic, Boston, USA, 1990.

[14] Carrion, C. "Value of reliability: actual commute experience revealed preference approach." Diss. University of Minnesota, 2010.

[15] Cascetta, E., et al., "A modified logit route choice model overcoming path overlapping problems: specification and some calibration results for interurban

networks.", Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Oxford, NY, USA, 1996.

[16] Cascetta, E.. "Transportation systems analysis: models and applications" Vol. 29., Springer Science & Business Media, New York, USA, 2009.

[17] Cramer, J. S., "Logit models from economics and other fields", Cambridge University Press, UK, 2003.

[18] De Dios Ortúzar, J., and Luis G. W., "Modelling transport", John Wiley & Sons, New York, US, 2011.

[19] De Maio, Maria, L., Antonino, V., & David, W., "Influence of Experience on Users' Behaviour: A Day-to-Day Model for Route Choice Updating.", *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 87, 2013, pp. 60-74.

[20] De Palma, A., and Nathalie P., "Route choice decision under travel time uncertainty.", *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 39.4, 2005, pp. 295-324.

[21] Dhakar, N., S. "Route Choice Modeling Using GPS Data." Diss. University of Florida, 2012.

[22] Edwards, W., "Utility theories: Measurements and applications", *Studies in Risk and Uncertainty* Vol. 3., Springer Science & Business Media, Netherlands, 2013.

[23] Erlander, S. B., "Cost-minimizing choice behavior in transportation planning: a theoretical framework for logit models", Springer Science & Business Media, New York, USA, 2010.

[24] Feng, T., Theo A., & Harry T. "Capturing preference heterogeneity of truck drivers' route choice behavior with context effects using a latent class model." *EJTIR* 13.4, 2013, pp. 259-273.

[25] Fishburn, P. C. "The foundations of expected utility." *Theory & Decision Library* Vol 31, Netherlands, 1982.

[26] Fishburn, P. C., "Utility theory for decision making", No. RAC-R-105. Research Analysis Corp, Mclean va, Virginia, US 1970.

[27] Fosgerau, M., Emma, F., & Anders, K.. "A link based network route choice model with unrestricted choice set." *Transportation Research Part B: Methodological* 56, 2013, pp. 70-80.

[28] Frejinger, E., "Random sampling of alternatives in a route choice context.", *Proceedings of the European Transport Conference*, Netherlands, 2007.

[29] Frejinger, E., "Route choice analysis: data, models, algorithms and applications", Diss. École Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland, 2008.

- [30] Frejinger, E., Bierlaire, M., & Ben-Akiva, M., "Expanded path size attribute for route choice models including sampling correction.", International Choice Modelling Conference, England 2009.
- [31] Gao, S., Frejinger, E., & Ben-Akiva, M., "Adaptive route choices in risky traffic networks: A prospect theory approach.", Transportation research part C: emerging technologies 18.5, 2010, pp. 727-740.
- [32] Geisberger, R. "Advanced route planning in transportation networks" Diss. Karlsruher Instituts für Technologie, München, Deutschland, 2011.
- [33] Gliebe, J., Joseph, B., & Jennifer, D. "Development of a multi-class bicyclist route choice model using revealed preference data." 12 th International Conference on Travel Behavior, 2009.
- [34] Goulias, K. G., "Transportation systems planning: methods and applications", CRC press, Boca Raton, Florida, US, 2002
- [35] Guevara, C. A., and Ben-Akiva M., "Sampling of alternatives in Multivariate Extreme Value (MEV) models.", Transportation Research Part B: Methodological 48, 2013, pp. 31-52.
- [36] Halldórsdóttir, K., Rieser-Schussler, N., Axhausen, K. W., Nielsen, O. A., & Prato, C. G. "Efficiency of choice set generation methods for bicycle routes." European journal of transport and infrastructure research 14.4, 2014, pp. 332-348.
- [37] Hensher, D. A., John, M. R., & William, H. G., "Applied choice analysis: a primer", Cambridge University Press, UK, 2005.
- [38] Hess, S., and Andrew J. D., "Choice Modelling: The State-of-the-Art and the State-of-Practice", Proceedings from the Inaugural International Choice Modelling Conference: The State-of-the-art and the State-of-practice: Proceedings from the Inaugural International Choice Modelling Conference, Emerald Group Publishing, Bingley, UK, 2010.
- [39] Hess, S., Quddus, M., Rieser-Schüssler, N., & Daly, A. "Developing advanced route choice models for heavy goods vehicles using GPS data." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 77, 2015, pp. 29-44.
- [40] Hood, J., Elizabeth, S., & Billy C. "A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California." Transportation letters 3.1, 2011, pp. 63-75.
- [41] Jović, J. i dr., "Modeliranje transportnih potreba u funkciji zahteva mobilnosti i energetske efikasnosti gradova", Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj, evidencioni broj 15021, za period 2008-2010
- [42] Jović, J. i dr., "Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima", Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj, evidencioni broj 36021, za period 2011-2014

- [43] Jović, J., "Indicators in sustainable traffic and transportation planning", *Tehnika*, 66(2), pp. 269-273.
- [44] Jović, J., i dr., "Transportni model Beograda 2007", Institut Saobraćajnog Fakulteta, Beograd, 2007.
- [45] Jović, J., i dr., "Ažuriranje transportnog modela Beograda sa saobraćajnim istraživanjima karakteristika kretanja", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, 2015.
- [46] Jović, J., Popović, M., "Modal Split Modelling Using Multicriteria Analysis And Discrete Fuzzy Sets", *Yugoslav Journal of Operations Research*, 11(2), 2011, pp. 221-233
- [47] Jović, Jadranka, and Vladimir Đorić. "Traffic and environmental street network modelling: Belgrade case study.", *Transport* 25.2, 2010, pp. 155-162.
- [48] Kanafani, A., "Transportation demand analysis." McGraw-Hill, New York, USA, 1983.
- [49] Lu, M., Lai, C., Ye, T., Liang, J., & Yuan, X. "Visual analysis of route choice behaviour based on GPS trajectories." *Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, Conference on. IEEE, 2015.
- [50] Martin, W. A., and Nancy A. M. "Travel estimation techniques for urban planning", Report (National Cooperative Highway Research Program), No. 365., National Academy Press, Washington, US, 1998.
- [51] Menghini, G., Carrasco, N., Shussler, N., & Axhausen, K. "Route Choice of Cyclists in Zurich: GPS-based discrete choice models." Institute for Transport Planning and Systems, 2009.
- [52] Meyer, Michael D., and Eric J. Miller., "Urban transportation planning: a decision-oriented approach", New York, USA, 2001.
- [53] Nassir, N., Ziebarth, J., Sall, E., & Zorn, L. "Choice Set Generation Algorithm Suitable for Measuring Route Choice Accessibility." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2430, 2014, pp. 170-181.
- [54] Noland, R., and Polak, J., "Travel time variability: a review of theoretical and empirical issues.", *Transport Reviews* 22.1, 2002, pp. 39-54.
- [55] Pagliara, F.a, and Harry T. "Choice set generation in spatial contexts: a review." *Transportation Letters* 1.3, 2009, pp. 181-196.
- [56] Patriksson, M., "Transportation planning: state of the art", *Applied Optimization* Vol. 64. Springer Science & Business Media, 2002.
- [57] Patriksson, P. "The traffic assignment problem: models and methods", Utrecht, The Netherlands, 1994.
- [58] Prato, C. G., "Route choice modeling: past, present and future research directions.", *Journal of Choice Modelling* 2.1, 2009, pp. 65-100.

- [59] Prato, C. G., and Bekhor S., "Applying branch-and-bound technique to route choice set generation.", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1985.1, 2006, pp. 19-28.
- [60] Prato, C., and Shlomo B. "Modeling route choice behavior: how relevant is the composition of choice set?." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2007.
- [61] Pravinvongvuth, S., and Chen, A., "Adaptation of the paired combinatorial logit model to the route choice problem.", *Transportmetrica* 1.3, 2005, pp. 223-240.
- [62] Radovanac, M., and Vukanović, S., "Route choice criteria: results of the repeated survey.", *Transportation planning methods: proceedings of Seminar L held at the PTRC summer annual meeting, University of Sussex, England, from 15-18 July 1985*. PTRC Education and Research Services Ltd., 1985.
- [63] Raymond, J., "Comparison of route choice models' predictive performance.", *MEPS* 51, 2013.
- [64] Razo, M., and Song, G., "Modeling strategic route choice behaviour: A cumulative prospect theory approach.", *European Transport Conference*, Scotland, UK, 2010.
- [65] Schreckenberg, M., and Reinhard S., "Human behaviour and traffic networks", Springer Science & Business Media, New York, USA, 2004.
- [66] Selten, R., et al. "Commuters route choice behaviour.", *Games and Economic Behavior* 58.2, 2007, pp. 394-406.
- [67] Sheffi, Yosef. "Urban transportation network: Equilibrium analysis with mathematical programming methods", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, US, 1985.
- [68] Takemura, K., "Behavioral Decision Theory", *Psychological and Mathematical Descriptions of Human Choice Behavior*, Springer, Japan, 2013.
- [69] Tang, W., and Lin, C. "Analyzing multiday route choice behavior of commuters using GPS data." *Advances in Mechanical Engineering* 8.2, 2016.
- [70] Tawfik, Aly M. "Incorporating Perceptions, Learning Trends, Latent Classes, and Personality Traits in the Modeling of Driver Heterogeneity in Route Choice Behavior", *Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, US*, 2012.
- [71] Teodorović, D., Vukanović, S., & Obradović, K., "Modeling route choice with advanced traveler information by fuzzy logic." *Transportation planning and technology* 22.1, 1998, pp. 1-25.
- [72] Varian, H., R. "Revealed preference." *Samuelsonian economics and the twenty-first century*, 2006, pp. 99-115.
- [73] Vukanović, S., "Integrirani sistemi upravljanja saobraćajem u gradovima", *Tehnika-Saobraćaj*, 2, 2001, pp. S7-S13.

- [74] Vukanović, S., "Inteligentni transportni sistemi (ITS) i upravljanje saobraćajem - pregled - I deo", Tehnika – Saobraćaj, vol. 57, br. 1, 2010, pp. 10-18.
- [75] Vukanović, S., "Inteligentni transportni sistemi (ITS) i upravljanje saobraćajem - pregled - II deo", Tehnika – Saobraćaj, vol. 57, br. 2, 2010, pp. 19-26
- [76] Vukanović, S., "Saobraćajne mreže I", Saobraćajni fakultet, Beograd, 2000.
- [77] Vukanović, S., Čelar, N., Osoba, M., Vukanović, Sv., i dr., "Primena inteligentnih transportnih sistema u upravljanju saobraćajem na mreži puteva i ulica – finalni izveštaj", Beograd: Saobraćajni fakultet, Projekat 6417 finansiran od strane MINT Srbije, 2005-2007.
- [78] Washington, S. P., Matthew G. K., & Fred L. M., "Statistical and econometric methods for transportation data analysis", CRC press, Boca Raton, Florida, US, 2012.
- [79] Weikard, H., "Handbook of utility theory: volume 1—principles", The Economic Journal 110.464, US, 2000.
- [80] Yai, T., Iwakura, S. & Morichi, S., "Multinomial probit with structured covariance for route choice behavior.", Transportation Research Part B: Methodological 31.3, 1997, pp. 195-207.
- [81] Zhang, W., and Ruichun H., "Dynamic Route Choice Based on Prospect Theory.", Procedia-Social and Behavioral Sciences 138, The 9th International Conference on Traffic and Transportation Studies (ICTTS 2014), China, 2014, pp. 159-167.

3. Полазне хипотезе

Модел избора руте путовања представља основну карику у моделирању транспортних захтева при оптерећењу уличне мреже, односно при дефинисању расподеле путовања између извора и циљева кретања корисника (Prato, C. G., 2009; Zhang, L. 2011). Расподела путовања на уличној мрежи директно зависи од карактеристика рута и склоности корисника, који на основу времена путовања, поузданости времена путовања, дужине рута и других фактора вреднују путање из скупа могућих алтернатива (Abdel-aty, M., et al., 1997; Sikka, N. 2012; Yuan, P., 2014). Како би се на основу индивидуалног избора корисника предвидели захтеви на агрегатном нивоу, користе се логит модели којима се дефинише вероватноћа избора једне путање у односу на остале (Cascetta, E., et al., 1996; Nadine, S., & Axhausen, K. W., 2009; Kazagli, E., & Bierlaire, M., 2014) У складу са тим потребно је дефинисати стваран скуп алтернатива, са циљем добијања прецизнијих прогноза вредности оптерећења на уличним сегментима. Поред тога, услед недостатка ефикасног начина снимања података везаних за откривене склоности корисника, досадашња истраживања су се заснивала на вредностима параметара усвојеним на основу субјективног знања а не на основу објективних чињеница (Prato, C. G., 2009).

Дефинисање вредности параметара које се користе у моделима избора руте путовања могуће је извршити коришћењем модерних технологија за снимање великих база података као што је *floating car data* систем (Lu, Min, et al., 2015; Tang,

W., & Cheng, L., 2016). Применом овог система могу се на ефикасан начин дефинисати вредности времена путовања и поузданости времена путовања на рутама и уличним сегментима. Такође, подаци о фреквенцама употребе линкова и одабраним рутама путовања, које се такође могу дефинисати путем овог система, откривају склоности посматране популације према одређеним карактеристикама путања. Како би се наведени параметри дефинисали потребно је поседовати прецизан *map-matching* модел који саобраћајним планерима поможе да на ефикасан начин учине податке добијене ГПС уређајима употребљивим, и да на основу њих дефинишу вредности параметара у моделу избора руте путовања (Bierlaire, M., & Frejinger, E., 2008; Hood, J., et al., 2013; Fadaei, O. M., 2013).

С обзиром да је тема ове докторске дисертације развој модела избора руте путовања заснован на предходно снимљеним подацима на уличној мрежи, у оквиру докторске дисертације постављене су следеће полазне хипотезе:

- Логит модел се може успешно употребити за моделирање одлука које корисници доносе приликом избора руте путовања.
- Модел избора руте путовања је могуће унапредити методом откривених склоности.

Такође, због потреба изградње помоћних модела и спровођењу истраживања ради доказивања полазних хипотеза, произилази додатне хипотеза:

- Обрада ГПС података се може извршити путем методе генетског алгоритма.
- Скуп алтернативних рута путовања и склоност корисника ка одређеним рутама је могуће реконструисати коришћењем ГПС података прикупљених у возилима на терену.

4. Научне методе истраживања

У циљу моделирања одлука корисника приликом избора рута путовања, потребно је дефинисати карактеристике уличне мреже за различите периоде у току дана, чија ће процена бити извршена на основу података о времену путовања возила прикупљаних током дужег временског периода. За израду модела користиће се снимљене руте локалних путовања на подручју обухваћеном истраживањем, и оних путовања са изворном и циљном дестинацијом између којих постоји скуп алтернативних рута. У истраживању ће се за конструкцију модела и алгоритама користити програмски језик Python, док ће се за просторну анализу користити ГИС апликација.

У поступку реализације научних доприноса примењиваће се:

- методе моделирања саобраћаја,
- бихевиористички приступ у моделирању,
- хеуристичке методе за реконструкцију путања кретања,

- floating car data метода за прикупљања података,
- генетски алгоритам за обраду података,
- методе откривених склоности,
- статистичке методе за обраду података.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће најважнији резултат истраживања бити развијен модел избора руте путовања на уличној мрежи, који је компатибилан са моделима оптерећења уличне мреже. У процесу моделирања ће се користити подаци прикупљени ГПС уређајима, инсталираних у возилима која су генерисала локална путовања на подручју обухваћеном истраживањем. Истраживање које ће се обавити у оквиру докторске дисертације треба да покаже да се коришћењем методологије за процену саобраћајних параметара добијених обрадом ГПС података, може на ефикасан начин извршити моделирање избора руте путовања. Један од главних особености овог истраживања је дефинисање основе, која треба да подстакне ширење научних сазнања из постављене методологије у домаћем саобраћају.

Основни допринос дисертације представља указивање на предности коришћења ГПС података приликом моделирања просторне расподеле путовања на уличној мрежи града. Циљ је да се до реалних вредности атрибута уличне мреже и њиховим утицајима на избор које корисници доносе приликом одабира рута путовања, дође на ефикасан и рационалан начин. Досадашња истраживања из домена модела избора руте путовања на уличној мрежи нису укључивала примену методологије откривених склоности корисника.

Испитивање начина на који учесници у саобраћају доносе одлуке у ситуацијама са неизвесним исходом, представља релативно ново поље истраживања у моделима избора руте путовања. У складу са наведеним, посебан допринос раду би представљали резултати који би допринели бољем схватању начина на који корисници доносе одлуке, приликом постојања неизвесности у погледу трајања времена путовања.

С обзиром да се ће се у моделу користити подаци генерисани ГПС уређајима, додатни допринос истраживања ће представљати формулисан и тестиран map-matching модел за обраду ГПС података базиран на генетском алгоритму. Имплементација наведеног алгоритма у глобалним map-matching моделима ће по први пут бити извршена у предложеној докторској дисертацији.

Најважнији доприноси докторске дисертације су следећи:

- формирање модела избора руте путовања транспортних токова на основу снимљених ГПС података, компатибилним са моделима за утврђивање просторне расподеле путовања,

- дефинисање утицаја поузданости времена путовања на просторну расподелу транспортних токова и
- map-matching модел базиран на генетском алгоритму.

6. План истраживања и структура рада

У складу са предметом и научним циљевима рада, планирана истраживања у оквиру докторске дисертације ће бити реализована у осам различитих фаза, и то:

- Фаза 1 – Преглед референтне литературе. Циљ ове фазе представља преглед научних радова и истраживања из области теорије корисности, модела избора руте путовања, утицаја склоности корисника на просторну расподелу путовања и примене навигационих система у саобраћајним истраживањима.
- Фаза 2 – Прикупљање података. У докторској дисертацији ће бити снимана кретања возила која свакодневно генеришу локална путовања на уличној мрежи подручја обухваћеног истраживањем. Ови подаци ће бити прикупљени путем глобалног система за позиционирање, односно применом технологије ГПС сателитске навигације.
- Фаза 3 – Обрада података. Циљ ове фазе биће креирање модела за обраду ГПС података који укључује процесе филтрације, map-matching и процене основних саобраћајних параметара на нивоу уличних сегмената.
- Фаза 4 – Дефинисање утицаја особина уличне мреже на избор рута путовања. У овој фази ће бити дефинисан изглед функције корисности, која ће укључивати оне релевантне особине уличне мреже са најјачим утицајем на одабир рута путовања. Ове особине ће бити одабране у складу са испитиваном сврхом путовања и карактеристикама уличне мреже обухваћене подручјем истраживања.
- Фаза 5 – Модел за реконструкцију алтернативних рута. Током ове фазе биће формулисан модел за реконструкцију скупа рута које корисници вреднују приликом одабира путања на уличној мрежи. У ту сврху ће се користити прикупљени и обрађени подаци, као и резултати и закључци из постојећих истраживања.
- Фаза 6 – Анализа и моделирање утицаја карактеристика уличне мреже на одабир руте путовања. У овој фази ће бити анализирани различити логит модели, биће калибрисани коефицијенти у функцији корисности и биће формулисан модел избора руте путовања.
- Фаза 7 – Тестирање развијених модела.
- Фаза 8 – Закључци, препоруке и правци даљег истраживања.

7. Закључак и предлог

На основу увида у пријаву теме докторске дисертације, као и на основу успешно одбрањеног предлога истраживања у оквиру докторске дисертације, Комисија закључује да је тема коју предлаже кандидат у научном и стручном смислу значајна и актуелна и да пружа могућности за постизање научног доприноса који је кандидат навео и образложио у пријави. Предложена тема докторске дисертације припада ужој научној области „Планирање саобраћаја и саобраћајне инфраструктуре“ за коју је матичан Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет.

Увидом у досадашњи научни и стручни рад, као и у референце кандидата, Комисија сматра да је Марко Николић, дипл. инж., подобан да обради предложену тему.

Комисија има задовољство да Наставно-научном већу Саобраћајног факултета, Универзитета у Београду, предложи да прихвати предложену тему и кандидату Марку Николићу, дипл. инж., одобри израду докторске дисертације под називом „МОДЕЛ ИЗБОРА РУТЕ ПУТОВАЊА ЗАСНОВАН НА ПРЕДХОДНО СНИМЉЕНИМ ПОДАЦИМА НА УЛИЧНОЈ МРЕЖИ“, као и да се за ментора одреди др Јадранка Јовић, редовни професор Саобраћајног факултета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Јадранка Јовић, редовни професор
Саобраћајног факултета у Београду

Др Милан Мартић, редовни професор
Факултет организационих наука у Београду

Др Владимир Ђорић, доцент
Саобраћајног факултета у Београду

У Београду,
20.10.2016. године

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ
КОМИСИЈИ ЗА ДОКТОРСКЕ СТУДИЈЕ

ИЗВЕШТАЈ

Сагласно Правилнику докторских академских студија: Студијског програма "Саобраћај", члан 17, кандидат **Марко Николић, дипл. инж. је успешно одбранио предлог истраживања у оквиру предложене докторске дисертације.**

УБеограду,
26.9.2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Јадранка Јовић, редовни професор
Саобраћајни факултет у Београду

Др Милан Мартић, редовни професор
Факултет организационих наука у Београд

Др Владимир Ђорић, доцент
Саобраћајни факултет у Београду



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Телефон: 011 30 96 207; 011 39 76 017; факс: 011 30 96 704
Србија, 11000 Београд, Војводе Степе 305 www.sf.bg.ac.rs

Број документа 5/426

09.11.2016, Београд

У В Е Р Е Њ Е

Да је Марко (Крста) Николић студент САОБРАЋАЈНОГ факултета на докторским академским студијама, уписан на трећу годину студија школске 2016/17, положио следеће предмете:

Рб.	Назив предмета	ЕСПБ	Сем.	Фонд часова	Оцена
1.	Дискретна математика (Логика, графови и алгоритми)	(7.00)	1	П(45) В(0)	10 (десет)
2.	Увод у теорију хаоса	(7.00)	1	П(45) В(0)	10 (десет)
3.	Савремене физичке методе за контролу и детекцију загађења човекове околине за саобраћајне инжењере	(7.00)	1	П(45) В(0)	10 (десет)
4.	Транспортна политика у оквиру стратегије одрживог развоја	(7.00)	2	П(45) В(0)	10 (десет)
5.	Менаџмент у саобраћају и комуникацијама	(7.00)	2	П(45) В(0)	10 (десет)
6.	Годишњи рад на семинару	(4.00)	2	П(0) В(0)	Испунио
7.	Интелигентни саобраћајни системи	(7.00)	2	П(45) В(0)	10 (десет)
8.	Фази системи са применама у саобраћају и транспорту	(7.00)	1	П(45) В(0)	8 (осам)
9.	Планирање саобраћаја	(7.00)	3	П(45) В(0)	10 (десет)
10.	Одабрана поглавља из саобраћајног инжењерства	(7.00)	1	П(45) В(0)	10 (десет)
11.	City логистика	(7.00)	3	П(45) В(0)	8 (осам)
12.	Предлог истраживања у оквиру докторске дисертације	(16.00)	4	П(0) В(0)	Испунио

Просечна оцена коју је студент остварио је 9.60 а збир ЕСПБ бодова 90.00.

Уверење се издаје на лични захтев.



Шеф студентске службе
Саобраћајног факултета

[Signature]