

СТРАТЕШКИ ТРАНСПОРТНИ МОДЕЛ ГРАДА БАЊА ЛУКЕ**STRATEGIC TRANSPORT MODEL FOR THE CITY OF BANJA LUKA**

Давид Регода, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У првом дијелу рада је приказана социо – демографска слика града и теоријска основа мрежног модела и модела захтјева (четворостепеност ланца модела), ради бољег разумјевања појма транспортног модела у саобраћају. У другом дијелу је приказан Стратешки транспортни модел за град Бања Луку на основу којег су утврђене жељене путање становништва помоћу основне формуле гравитационог модела. Излазни резултат модела је оптерећење на мрежи у току цијелог дана.

Кључне ријечи: град Бања Лука, „PTV VISUM“, Гравитациони модел, мрежни модел, модел захтјева,

Abstract – The first part of the paper presents the socio – demographic situation in the city and theoretical basis of four step model, for a better understanding of model concept in traffic engineering. The second part of this paper outline the Strategic Transport Model for the city of Banja Luka upon which it was determined Desire lines based on Gravitay formula. The output model results is a daily volume of entire network.

Keywords: the city of Banja Luka, PTV VISUM, Gravity model, Network model, Demand model,

1. УВОД

Планирање урбаног подручја представља захтјеван посао. Стручњаци који се баве просторним планирањем треба да имају широк поглед на све аспекте друштва, простора, социо – економских карактеристика, чиме би на адекватан начин прилагодили планирани садржај становницима тог подручја. Свакако једна од особина стручњака који планирају урбана подручја јесте креативност. С обзиром на убрзан раст градова који представљају административне и културне центре, тежи се и адекватном планирању саобраћајне мреже према захтјевима корисника.

Предмет рада се односи на формирање Мрежног и Стратешког транспортног модела за град Бања Луку. За израду модела комплетне мреже саобраћајница града Бања Луке кориштен је софтверски пакет „PTV VISUM“.

Циљ овог рада јесте био стварање што боље подлоге, за каснија унапређења и будућа истраживања која би тежила ка формирању транспортног модела града.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Валентина Мирковић, ванр. проф.

2. СОЦИО – ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА ГРАДА БАЊА ЛУКА

Бања Лука је главни политички, административни, финансијски, универзитетски и културни центар Републике Српске, ентитета Босне и Херцеговине. Према гласању из четвртог квартала 2018. године утврђен је следећи број становника по насељеним мјестима градског подручја који је приказан у (Табели 1). Прикупљањем података од јавно доступних извора у укупан број је уобзирен и број лица млађих од 18 година који немају право гласања на изборима, исто тако број лица који нису изашли на изборе. Како подаци за одређени мали проценат одступају од прогнозе „Завода за статистику“, подаци су примјенени у даљем истраживању.

Табела 1. Приказ становништва по насељима за подручје града Бања Лука за крај 2018. године

НАСЕЉЕ	БР. СТАНОВНИКА	НАСЕЉЕ	БР. СТАНОВНИКА
АДА	3962	ЛАЗАРЕВО 2	6788
АГИНО СЕЛО	650	ЉУБАЧЕВО	469
БИСТРИЦА	1364	МИШИН ХАН	1354
БОЧАЦ	1346	МОТИКЕ	966
БОРИК 1	6220	НОВА ВАРОШ	3469
БОРИК 2	5746	ОБИЛИЋЕВО	9877
БОРКОВИЋИ	1819	ОБИЛИЋЕВО	8174
БРОНЗАНИ МАЈДАН	2001	ПАПРИКОВАЦ	6375
БУЛЕВАР	5518	ПАВИЋИ	491
ЦЕНТАР 1	7318	ПЕТРИЋЕВАЦ	5315
ЦЕНТАР	6705	ПИСКАВИЦА	2303
ЧЕСМА	2051	ПОБРЉЕ	2209
ЧОКОРИ	443	ПОТКОЗАРЈЕ	1747
ДЕБЕЉАЦИ	1619	ПРИЛКОВЦИ	630
ДОЊА КОЛА	1536	ПРИЈЕЧАНИ	1255
ДРАГОЧАЈ	3100	РЕКАВИЦЕ	1275
ДРАКУЛИЋ	2557	РЕКАВИЦЕ 1	1400
ГОЛЕШИ	1108	РОСУЉЕ	6971
ГОРЊА ПИСКАВИЦА	850	САРАЧИЦА	2299
КАРАНОВАЦ	1773	ШАРГОВАЦ	4064
КМЕЂАНИ	242	ШИМИЋИ	36
КОЧИЋЕВ ВИЕНАЦ	9800	СРПСКЕ ТОПЛИЦЕ	2055
КОЛА	1536	СТАРЧЕВИЦА	14109
КРМИНЕ	650	СТРАТИНСКА	231
КРУПА НА ВРБАСУ	1430	СТРИЧИЋИ	732
КУЉАНИ	2140	ВЕРИЋИ	619
ЛАУШ 1	5920	ВРБАЊА	3202
ЛАУШ 2	6028	ЗАЛУЖАНИ	7927
ЛАЗАРЕВО 1	6882	Σ (УКУПНО)	188659

Посљедњи подаци броја путничких за 2016. годину и они су износили 57.488 ПА, гдје је помоћу регресионе анализе израчунат степен моторизације за подручје града од $314 \frac{\text{ПА}}{1000 \text{ СТ}}$. Експертска процјена мобилности од 2.73 путовања по становнику на дан је утврђена на основу 56 000 путничких аутомобила на нивоу града Бања Лука. Посматрајући наведено, степен моторизације се повећао за 4 % према процјенама за 2018., могуће је закључити и да се мобилност становника повећала па тако да би данас она била у неким оквирима од 2.8 путовања по становнику дневно.

Стога би се могло предвидјети да се у току дана на нивоу града оствари 528 245 пут/ст/дан.

3. ТРАНСПОРТНИ МОДЕЛ

Транспортни модели се креирају за један сат, због којег се сва истраживања и раде на нивоу сата. Овакав приступ омогућава регулисање и управљање саобраћајем на мрежи у различитим периодима током дана. Формираном Транспортном моделу може да претходи, Стратешки транспортни модел, који би се користио у сврхе дефинисања главних коридора развоја мреже, односно оквирног утврђивања локација са израженим саобраћајним захтјевима у току читавог дана.

У овом раду је креиран Стратешки транспортни модел за град Бања Луку и прилагођен је дневној мобилности становништва. На тај начин је приказано само саобраћајно оптерећење на нивоу читавог дана и може да послужи у сврхе дефинисања главних коридора развоја саобраћајне мреже у граду. За потребе регулисања и управљања саобраћајем требало би Стратешки транспортни модел надоградити на степен Транспортног модела, односно калибрисати га са часовним оптерећењима на мрежи и усагласи са саобраћајном потражњом.

Транспортни модел подразумева свеобухватну базу података саобраћајне понуде и потражње и математичких модела, усљед чега се може подјелити на двије подјелине: мрежни модел (енг. Network model) и модел захтјева за путовањем (енг. Demand model) уобичајено приказан кроз И-Ц матрицу (енг. O-D matrix).

Класични модел захтјева за путовањем (четворостепени ланац модела) има традиционалну структуру да је сваки следећи елемент завистан од предходног, односно да се надовезују, а чине га:

- Модели настајања путовања,
- Модели просторне расподјеле путовања,
- Модели видовне расподјеле и
- Модели расподјеле токова на мреже.

Сврха модела настајања путовања је утврђивање броја путовања генерисаних из сваке зоне и броја путовања привучених у сваку зону [5].

Сврха модела просторне расподјеле путовања јесте формирање шеме кретања из зоне „и“ у зону „ј“. Ово се односи првенствено на формирање матрице изворно – циљних путовања (OD matrix) [5].

Под просторном расподјелом путовања подразумева се утврђивање интензитета повезаности извора и циљева путовања. Гравитациони модели који припадају просторној расподјели су вјероватно најчешће коришћени математички модели у планирању саобраћаја и коришћењу земљишта.

Првобитни математички израз Гравитационог модела:

$$I_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b} \quad (3.1.)$$

Гдје су:

I_{ij} – интензитет интеракције (међудејства) између насеља „и“ и насеља „ј“

P_i – број становника насеља „и“

P_j – број становника насеља „ј“

d_{ij} – растојање између насеља „и“ и „ј“

b – емпиријски експонент

G – емпиријска константа

Првобитни облик Гравитационог модела из формуле (3.1.) примјењен је при креирању Стратешког саобраћајног модела у овом раду.

Сврха модела видовне расподјеле јесте да се утврди однос употребе између различитих видова путовања [5]. Посљедњи у фази у примјени саобраћајних модела представљају поступци којима се резултати претходних фаза „приписују“ мрежама.

Овим поступцима односно моделима утврђује се расподјела токова возила или путника на мрежама или њиховим дијеловима са циљем да се утврди да ли посматране саобраћајнице могу и са каквим ефектима да „прихвате“ постојеће или очекиване (планиране) токове саобраћаја [2].

4. МРЕЖНИ МОДЕЛ ЗА ГРАД БАЊА ЛУКУ

За израду мрежног модела комплетне мреже саобраћајница града Бања Луке кориштен је софтверски пакет PTV VISUM. Помоћу софтверског пакета PTV VISUM који у себи садржи многобројне алате за планирање саобраћајног система и креирање модела, формирана је тренутна мрежа саобраћајница за град. Мрежни модел садржи следеће елементе простора и саобраћајне инфраструктуре:

- Зоне,
- Центроиде,
- Чворови,
- Линкови и
- Конектори.

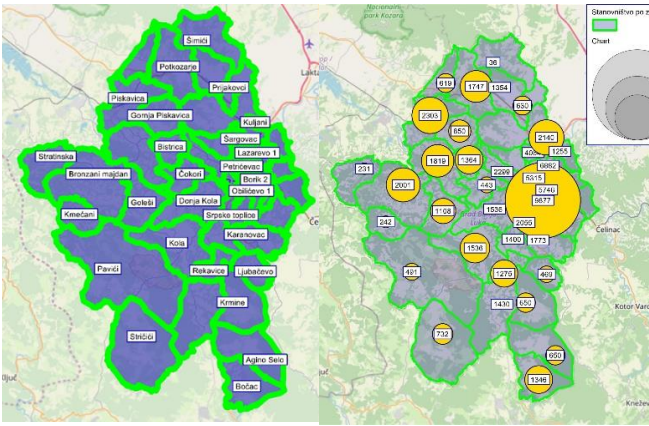
Мрежни модел приказује тренутно стање саобраћајне инфраструктуре предметног подручја.

Подлога је импортована као „.dwg“ фајл, који представља актуелну подјелу града на мјесне заједнице. Попис мјесних заједница је дат у следећој табели (Табела 1.). На основу подлоге мјесних заједница формиране су зонске цјелине које су описане бројем становника, процјенама броја ПА и другим атрибутима.

Зоне представљају саобраћајне ћелије као мјеста започињања и завршетка путовања. Зоне повезују саобраћајну понуду (то се односи на мрежни модел са чворовима, линковима, линијама јавног градског превоза и др.) и саобраћајну потражњу (у форми матрица путовања), које садрже захтјеве за путовањима свих изворно – циљних парова зона у моделу [6].

Свака зона у мрежном моделу мора да има центроид, са којим је повезана за мрежу, односно путовања једне зоне почињу из те тачке. Преглед зона и густине насељености је дат на (Слика 4.1.).

Чворови одређују локације раскрсница, мјеста укрштања два или више токова и тачке на мрежи жељезничких путања. Чворови су такође почетни и крајњи елементи линкова, одакле се врши промјена транспортних систем (нпр. са приватног „PrT“ на јавни „PuT“).



Слика 4.1. Приказ зонског система општине града

Произвољно, главни ток се може дефинисати ручно како би се назначило право првенства. Међутим у VISUMU, се аутоматски поставља право првенства на основу ранга линка (виши ранг линка има право првенства пролаза у односу на нижи ранг) [6]. Линкови описују мреже саобраћајница у мрежном моделу, те представљају везу између два чвора. Линк је представљен као елемент који је писан у форми „од чвора“, „до чвора“. Оба смјера линка су двије независне цјелине у мрежном моделу, којима је додјелен исти линк, док су само замјењене вриједности „од чвора“, „до чвора“ [6].

Конектори повезују зоне са мрежом линкова (саобраћајница). Свака зона мора бити повезана бар на један изворни и један циљни конектор на мрежи како би се могла урадити расподела саобраћајног оптерећења и на који начин би корисници могли да изађу и уђу у једну од зона.

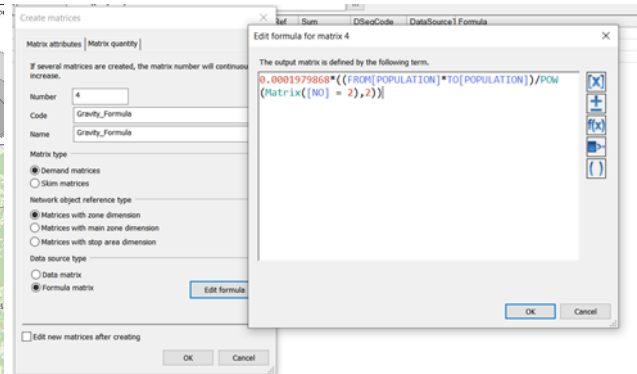
5. МОДЕЛ ЗАХТЈЕВА ЗА ПУТОВАЊЕМ

Матрице дефинишу релације између изворне и циљне зоне. Релације могу бити описне кроз удаљеност, дружину трајања путовања и друге елементе које карактеришу кретања популације из изворне зоне ка циљној. Матрице могу да се подјеле у двије групе:

- Матрице путовања („Demand matrix“)
- Ским матрице („Skim matrix“)

Редослед формирања матрица у Мрежном моделу за град Бања Луку је био тај да су прво формиране ским матрице на основу постављене мреже и мрежних елемената. На основу њих су се утврдиле дужине удаљености између зона путем линкова, дужине трајања путовања између зона при слободном току и директне удаљености између зона. Други корак је био формирање матрица путовања „Demand matrix“ на основу претходно формираних ским матрица, при чему је утврђен дневни број путовања путничким аутомобилом на мрежи, примјеном основне формуле гравитационог модела (3.1.).

Пошто не постоје додатна истраживања за град да би се приказао дијаграм линија жеља, формирана је формула према основном гравитационом моделу (3.1.). Као улазна величине послужила је претходно формирана ским матрица којом је утврђена удаљеност односно дистанца између зонских парова, с тим да је за фактор корекције примјењена вриједност $k=0,0001979868$ (Слика 5.1.).

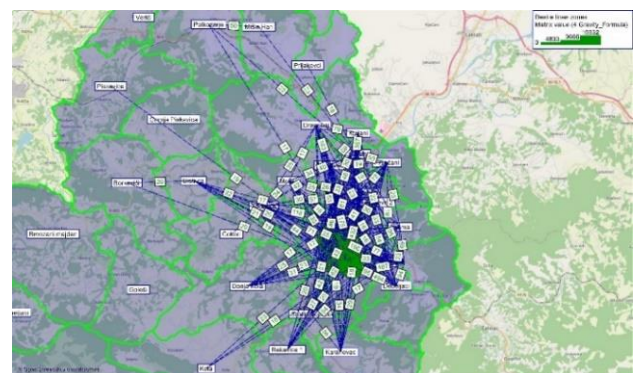


Слика 5.1. Приказ дефинисања формуле (3.1.) за матрицу путовања („Demand matrix“)

Ским матрицама се могу приказати трајање путовања, дужина путовања, трошкови (који могу бити генерализовани) за све изворно-циљне зонске парове. Ским матрица „DIS (CAR Putnički automobil)“ у којој су прорачунате удаљености међузонских парова, је послужила за формирање основне формуле гравитационог модела. Овом формулом се утврдио интензитет привлачења путовања између зонских парова на основу односа броја становника и квадрата њихове међусобне удаљености. А новокреирана матрица „4 Gravity_Formula“ је послужила за формирање дијаграма линија жеља. Такође на основу ове матрице формирана је расподела токова на мреже саобраћајница, као хипотетички примјер креираног Стратешког транспортног модела.

Дијаграм линија жеља је линеаран приказ дефинисаних вриједности које се визуелним путем наглашавају и доводе у везу међусобне односе зонских парова. Дијаграмом линија жеља се могу визуелно приказати вриједности релација од зоне до зоне.

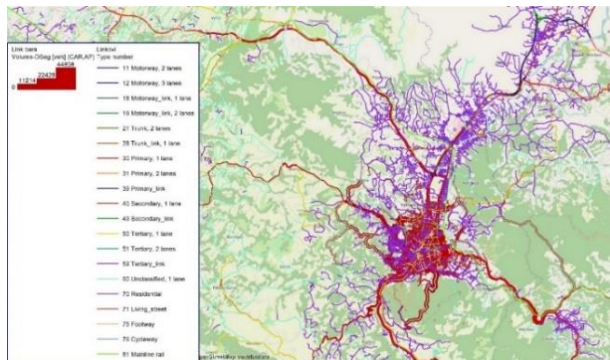
Приказ који је кориштен у овом моделу односи се на матрице путовања „Demand matrix“, односно проистекле из „4 Gravity_Formula“ матрице. Приказ је дат на слици (Слика 5.2.).



Слика 5.2. Дијаграм линија жеља (500 зонских парова)

На слици (Слика 5.2.) су приказана жељена путовања између 500 зонских парова. Круг размјене путовања обухвата већа рурална подручја. Јасна тенденција кретања становништва је усмјерена сјевер – југозапад и исток – сјеверозапад. Такав начин кретања становништва је кроз историју и обликовао град, што потврђује да становништво из руралног подручја има изражене потребе за кретање ка граду.

Након расподеле токова на мреже саобраћајница на основу матрице „4 Gravity_Formula“ добијене су одређене вриједности на дефинисаним пресецима преградних линија („Screen lines“). Као резултати са пресека узети су у обзир мостови града, те дневно оптерећење које је добијено моделом. На овај начин је дефинисан Стратешки транспортни модел, јер су се на основу мрежног модела („Network model“) и модела захтјева за путовањем („Demand model“) утврдили значајни коридори са аспекта развоја саобраћајне мреже, што је приказано на слици (Слика 5.4.)



Слика 5.4. Резултат расподеле модела

6. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛА И АНАЛИЗА СТАЊА

Резултат Стратешког транспортног модела представља расподелу („assignment“) која је урађена на основу матрице путовања која је уобзирала релације међузонаских парова из формуле (3.1.). Овај вид расподеле представља хипотетички примјер који је калибрисан и усклађен са укупним дневним бројем путовања на нивоу града који износи 528 245 пут/ст/дан. Укупан број путовања на нивоу града је добијен производом укупног броја становника 188 659 и мобилности становништва од 2.8.пут/дан.

Метод расподеле који се користио за хипотетички примјер се односио на („Equilibrium assignment“), односно метод равнотеже између понуде и потражње. За поређење резултата бројања кориштени су прелази преко ријеке Врбас на шест мостова.

Како нема скорјих бројања на нивоу града, резултати модела су поређени са бројањима из 2012. године, с намјером да се утврди одступање модела од реалног стања. На основу резултата бројања из 2012. године утврђено је да у току дана се на свим мостовима у граду оствари проток од око 90 000 воз/дан. Док са друге стране моделом је утврђено да се у току дана на свим мостовима оствари проток од 133 358 воз/дан. Узимајући у обзир да су истраживања рађена прије осам година, а социо – економски показатељи становништва су постепено порасли, сматра се да је тако и саобраћајно оптерећење града порасло за одређени проценат.

На основу наведеног претпоставља се да тренутна слика саобраћајног оптерећења на градским мостовима износио окврно 105.000 воз/дан, те у складу са тим резултати Стратешког транспортног модела одступају 20% од реалне слике на градској мрежи.

Према наведеним основама модел би се могао користити за анализу на стратешком (цјелодневном) нивоу, за потребе дефинисања главних коридора развоја саобраћајне мреже града.

7. ЗАКЉУЧАК

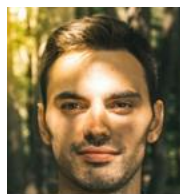
Формиран мрежни модел града је послужио за креирање дијаграма линија жеља становништва. Матрицом путовања је омогућено да се направи хипотетички модел цјелодневног саобраћајног оптерећења на градској мрежи. Наведене вриједности у раду, које су основ за формирану дијаграм линија жеља су зансовани на прикупљеним подацима о броју становника. Дијаграм линија жеља према гравитационом моделу може да прикаже реалне коридоре кретања становништва, који означавају фреквентније путне правце.

Овим радом је направљен први степен ка креирању транспортног модела. Стратешки транспортни модел града може да послужи за даља истраживања на нивоу дана, као и за наредна унапређења.

8. LITERATURA

- [1] Др Ратомир Врачаревић, дипл. инж., Др Валентина Басарић, дипл. инж. : Методе истраживања индикатора у саобраћају, Нови Сад 2015
- [2] Др Ратомир Врачаревић, дипл. инж: „Планирање саобраћаја – скрипта“
- [3] Просторни план града Бања Лука, Бања Лука 2013
- [4] Урбанистички завод РС, Бања Лука 2008. године, Саобраћајна студија Бања Луке
- [5] Jeppe Rich: Transport Models - From Theory to Practise, Department of Transport, Technical University of Denmark 2015
- [6] PTV VISUM 18 - Manual

Кратка биографија:



Давид Регода рођен у Бањој Луци 17.04.1995. године. Бањалучку Гимназију, информатички смјер завршава 2014. године, а исте године уписује Саобраћај и транспорт на ФТН-у у Новом Саду, на коме у септембру 2018. стиче звање дипломираног инжењера саобраћаја.
Контакт: regoda.david19@gmail.com