

ИВАН РАТКАЈ*

**МОДЕЛ ГЕНЕРИСАЊА САОБРАЋАЈА –
ПРИМЕР УЧЕНИКА ГИМНАЗИЈА У БЕОГРАДУ***

Садржај: Модели генерисања саобраћаја имају за циљ прогнозу обима саобраћајног кретања (или броја потенцијалних учесника у саобраћају) који полази из дате територијалне јединице, на основу њених карактеристика а у оквиру дефинисаног временског периода. Постоје два основна приступа решавању проблема моделовања генерисања саобраћаја: анализа категорија и линеарна регресија. У овом раду је, на примеру гимназија у Београду, сагледана проблематика моделовања генерисања саобраћаја методом линеарне регресије.

Кључне речи: модел генерисања саобраћаја, линеарна регресија, гимназије, Београд.

Abstract: Trip generation models aim to predict the amount of transportation movements (or the number of potential trip makers) leaving a territorial unit, according to the attributes of that unit. There are two basic approaches used for modeling the generation of trips: linear regression and category analysis. This article explains the issue of trip generation modeling based on the methodology of linear regression analysis, on the example of grammar schools in Belgrade.

Key words: trip generation model, linear regression, grammar schools, Belgrade.

Увод

Модели генерисања саобраћаја имају за циљ прогнозу обима саобраћајног кретања (или броја потенцијалних учесника у саобраћају) који полази из дате зоне (неке територијалне јединице, најчешће административног карактера), на основу њених карактеристика а у оквиру дефинисаног временског периода. У тим моделима, променљиве чије се вредности прогнозирају представљају зависне променљиве, док одлике зона које се користе у прогнозама називамо независним (објашњавајућим) променљивим.

Независне променљиве које се односе на саобраћајну доступност дуго су биле занемариване у поступцима моделовања генерисања путовања. Тек у последњих неколико деценија се уочава значај фактора доступности, те се он све више укључује у поменуте моделе (Wachs M., Koenig J. G., 1979). Такође, постоји специфичан проблем са којим се истраживачи могу суочити приликом примене модела генерисања саобраћаја у циљу предвиђања ефеката извесних мера везаних за унапређење саобраћаја, а који се може назвати *проблемом „скривене“ потражње за саобраћајем*. Модели генерисања саобраћаја често могу потценити број људи који ће користити, на пример, новоизграђене путеве или нове линије јавног градског превоза. Уместо да се тим мерама смањи оптерећеност саобраћајница на одређеним деоницама, саобраћај постаје све интензивнији, тако да готово редовно ти нови путеви или линије градског превоза

* Мр Иван Раткај, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд.

* Рад представља резултате истраживања пројекта 146010 које финансира Министарство науке и заштите животне средине Србије.

постају преоптерећени, што поново ствара потребу за даљим мерама унапређивања саобраћаја (Bennett R. J., 1978). За то постоје два разлога (Sheppard E., 1986):

1. У моделима генерисања саобраћаја, као што је већ поменуто, често одсуствују независно променљиве везане за саобраћајну доступност. Уколико прихватимо став да доступност стоји у позитивној корелацији са обимом генерисаног саобраћаја, онда се изградњом нових саобраћајница или унапређивањем саобраћајних услуга та доступност повећава, што повлачи са собом и већи обим саобраћаја.
2. Међузависност саобраћајног система и начина коришћења земљишта је, такође, често искључена из модела генерисања саобраћаја. У тим моделима се начин коришћења земљишта посматра као независно променљива. Изградњом нових путева мења се начин коришћења земљишта - граде се нови продајни центри, стамбени објекти, пословни простори, што, такође, повећава обим саобраћаја (повећава се атрактивност простора дуж новоизграђених саобраћајница) (Putman, 1983).

Постоје два основна приступа решавању проблема моделовања генерисања саобраћаја: анализа категорија и линеарна регресија.

У овом раду је посебан пажња посвећена моделовању генерисања саобраћаја помоћу метода линеарне регресије, на примеру ученика гимназија унутар територије ГУП Београда 2002. године. За основне територијалне јединице изабране су месне заједнице (коришћени су агрегатни подаци).

Просторни размештај ученика београдских гимназија по месним заједницама, одликује висок коефицијент варијације $KV=85,2\%$ и стандардне девијације $\sigma=90,36$, на том агрегатном нивоу. Најмањи број ученика београдских гимназија, забележених у анкети из 2002. године, на нивоу месне заједнице је 0 (Рева, Тринаести мај, Велико село и Макиш), а највећи 706 (Цветни трг – месна заједница у којој се налазе чак две гимназије: Трећа и Четрнаеста). Један од важнијих елемената географске анализе проблема дневних миграција ученика, јесте утврђивање одређених законитости у погледу њиховог просторног размештаја, односно, утврђивање фактора који у највећој мери детерминишу такав размештај. Дефинисањем тих фактора, у могућности смо да направимо математички модел генерисања саобраћаја на нивоу месних заједница (у виду броја гимназијалаца, као потенцијалних учесника у саобраћајним токовима), а на основу тога и модел предвиђања обима потражње за саобраћајем.

Анализа категорија

Анализа категорија, насупрот линеарне регресије, не претпоставља неку, унапред утврђену, математичку форму, што је уједно и основна разлика између ова два методолошка приступа (Pas E. I., 1986). Метод анализе категорија се може применити, на пример, сврставањем сваке месне заједнице (и њених гимназијалаца) у једну од скупа међусобно искључивих категорија, утврђених на основу независно променљивих које користимо у моделу (нпр, близина гимназије и саобраћајна доступност месне заједнице). Затим за сваку категорију месних заједница треба израчунати просечно учешће ученика гимназија у средњошколској популацији, што се математички може представити на следећи начин:

$$t_{sr,c} = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} t_i \quad (1)$$

где је: $t_{sr,c}$ – средња вредност учешћа гимназијалаца у средњошколској популацији у категорији c ; t_i – број гимназијалаца i -те месне заједнице категорије c ; N_c – укупан број средњошколаца у категорији c .

Као предност методе анализе категорија у односу на метод линеарне регресије, обично се издваја то што овај метод не претпоставља унапред дефинисану математичку релацију између независно и зависно променљивих, док је она код линеарне регресије линеарног карактера. Ипак, велики недостатак анализе категорија јесте тај, што релевантне независно променљиве морају бити утврђене пре почетка истраживања, односно, у модел није могуће касније укључити било које додатне променљиве, као што је то могуће применом метода линеарне регресије, с обзиром на то да су већ успостављене релације између свих независно променљивих. Такође, метод је ефикасан само код дискретних независно променљивих, не и код непрекидних променљивих. Да би се непрекидне променљиве укључиле у анализу категорија, морају се прво издвојити дискретне класе интервала, чиме се заправо прецизне информације искључују из анализе. Управо због ових недостатака метода анализе категорије, за решавање питања прогнозе броја гимназијалаца по месним заједницама изабрана је метода линеарне регресије.

Линеарна регресија

Овај методолошки приступ има за циљ предвиђање обима генерисаног саобраћаја помоћу изналагања најбоље могуће комбинације независно променљивих. Општи облик регресивног модела за утврђивање генерисаног саобраћаја је:

$$T_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + b_4x_{4i} + \dots + u_i \quad (2)$$

где су: T_i – обим генерисаног превоза (број гимназијалаца) у месној заједници i ; x_{ki} – вредност k -те независно променљиве (фактора генерисања саобраћаја) у месној заједници i ; b_0 – константа; b_k – коефицијент – нумерички ефекат који промена вредности променљиве x_{ki} има на генерисање путовања; u_i – остатак, разлика између реалног (тренутног) нивоа генерисања путовања и нивоа који је предвиђен помоћу независно променљивих и коефицијената.

Процес примене метода линеарне регресије почиње формирањем базе података (независно и зависно променљивих) за све месне заједнице. Та база даље представља полазну основу помоћу које се, линеарном регресијом, процењују коефицијенти b_k и остатак u_i . Помоћу тих коефицијената се формулише једначина која минимизира суму квадрата процењених остатака. При томе би требало задовољити одређене претпоставке (Sheppard E., 1986): 1. независно променљиве су егзактно измерене; 2. стварни међусобни односи између независно променљивих су линеарног карактера; 3. независно променљиве су статистички међусобно независне, односно, не постоји мултиколинearност; 4. остаци су независно произвољно дистрибуирани: а) средња вредност остатака једнака је нули, б) стандардна грешка остатака је константа, в) не постоји аутокорелација; 5. остаци су нормално дистрибуирани.

Статистички посматрано, уколико су претпоставке од 1 до 4 испуњене, линеарна регресија омогућује прецизну и поуздану прогнозу генерисања путовања, која може бити примењена у било којој другој ситуацији где су испољене исте узрочно–последичне везе. Уколико се даље испостави да процењени остаци имају приближно нормалну (облик звона) дистрибуцију (претпоставка бр. 5), могући су извесни статистички закључци, односно, можемо закључити да ли свака од независно променљивих у значајној мери доприноси прогнози генерисања путовања (или је потребна замена неких променљивих) и утврдити статистичку тачност прогнозе израчунавањем интервала поузданости, дефинисаног као интервал грешке око наше прогнозе унутар којег очекујемо да се јави реални ниво генерисања путовања са одређеним степеном поузданости.

Метод линеарне регресије има широку примену у прогнозама обима генерисаног путовања, иако његови резултати нису у потпуности поуздани. Покушаји упо-

требе коефицијената утврђених на основу једног узорка за прогнозе генерисања путовања у другим узорцима, не дају увек очекиване резултате. Стога, иако метод линеарне регресије *добро објашњава постојеће стање*, могућности његове примене у прогнозама будућих промена на нивоу генерисања путовања су ограниченог карактера, као и у прогнозама генерисања путовања у другим срединама. Постоје два објашњења за овакве недостатке метода линеарне регресије:

1. Претпоставке које се односе на правилну примену метода линеарне регресије је често тешко у потпуности испунити. Бројни су примери постојања мулти-колинearности између независно променљивих (Meyer J. R., Straszheim M. R., 1971). У тој ситуацији, где се две или више независно променљивих у значајнијој мери односе на исти фактор генерисања саобраћаја, односно, где долази до дуплирања независно променљивих, процене *b* коефицијената нису поуздане и могу знатно варирати у различитим примерима.
2. Агрегатна природа модела може водити ка непоузданости с обзиром на то да узрочни фактори који утичу на појединаца нису процењени. На тај начин, регресивни приступ може адекватно објаснити само агрегатно генерисање путовања (Kanafani A., 1983).

У изналажењу што прикладније комбинације независно променљивих, као фактора који детерминишу број гимназијалаца по месним заједницама, коришћен је велики број параметара у њиховим различитим математичким облицима, као и међусобним релацијама. Већина тих параметара се може сврстати у четири категорије:

1. *Популациони потенцијал* месних заједница: број становника и број становника средњошколског узраста (од 1983. до 1986. годишта) по месним заједницама (према документационом материјалу ГЗС 2002. године).
2. *Остале популационе одлике* месних заједница: образовна структура становништва старијих од 15 година (према попису из 2002. године).
3. *Саобраћајни положај* месних заједница: дужински и временски облици степена централитета и доступности месне заједнице, дужинска и временска удаљеност од најближе гимназије, изражена у реалним јединицама и јединицама факторисаним врстом саобраћаја (пешачким саобраћајем и јавним градским и приградским саобраћајем) и минималним бројем преседања приликом саобраћања између дате месне заједнице и најближе гимназије, као и различити облици саобраћајне понуде (израчунат на основу теренског истраживања и документационог материјала Градског саобраћајног предузећа „Београд“ 2002. године, видети: Раткај И., 2004).
4. *Одлике најближе гимназије*: капацитет гимназије, њени централитет и саобраћајна доступност – изражени у реалним дужинским и временским јединицама (видети: Раткај И., 2004).

Полазна идеја у овом раду је да на обим генерисања саобраћаја утичу одлике полазишта (месних заједница), одредишта (гимназија), као и саобраћајни фактор (фактор растојања). Важно је напоменути да су сви параметри укључени у процес формирања модела генерисања саобраћаја засновани на прецизним мерењима на индивидуалном нивоу или нивоу месне заједнице, осим података о образовној структури становништва, који су били доступни само на нивоу општине (РЗС, 2003). У процес моделовања су укључени подаци о образовној структури становништва, с обзиром на то да се, у анкети ученика гимназија са простора ГУП Београда, дошло до претпоставке о њиховој релевантности – чак 50,03% родитеља ученика гимназија има високу школску спрему, док је проценат високообразованих становника старијих од 15 година на нивоу града свега 13,76%. Највиши проценат високообразованих становника живи у општини Врачар (31,98%), а најнижи у Гроцкој (3,63%). Генерално посматрано, процентуално највећи број високообразованих становника Београда живи у централним

градским општинама и тај проценат опада у правцу спољних граница ГУП Београда. Слична тенденција, у просторном аспекту, испољена је и код високообразованих родитеља ученика гимназија. Од релативно правилног тренда опадања процентуалног учешћа високообразованих родитеља ученика гимназија, у највећој мери одступа месна заједница Сланци у општини Палилула (чак 77,78%). Међутим, таква неправилност нема већег утицаја на испољени тренд, будући да се ради о, статистички посматрано, ирелевантној месној заједници са свега 9 евидентираних ученика гимназија.

У линеарној регресији се углавном користе релативне, а не апсолутне променљиве, које по правилу дају боље резултате. У овом случају, одлучено је да зависно променљива буде *процентуално учешће месне заједнице у укупном броју гимназијалаца на територији ГУП*, односно $T_i = g_i / G$, где је g_i број гимназијалаца у месној заједници i , а G укупан број гимназијалаца на територији ГУП Београда.

Методом линеарне регресије изабране су две математичке формуле, које у највећој мери испуњавању раније наведене претпоставке везане за њихов значај и поузданост приликом прогнозирања будућег обима генерисаног саобраћаја.

Прва емпиријска формула има следећи израз:

$$\ln(T_i) = -1,763 + 1,111 \cdot \ln(x_{1i}) - 1,763 \cdot \ln(x_{2i}) \quad (3)$$

где су: x_{1i} – проценат броја становника ГУП који живи у месној заједници i ; x_{2i} – индекс доступности месне заједнице заснован на дужинским параметрима, представља модификацију Шимбеловог индикатора доступности $A'_i = A_i / A_{max}$, где је A_i вредност Шимбеловог индикатора доступности, а A_{max} максимална вредност тог индикатора, тако да се вредности индекса A'_i крећу између 0 и 1 (вредност 1 има саобраћајно најмање доступна месна заједница, месним заједницама су додељене вредности индикатора доступности најближих саобраћајних чворишта).

Овај облик линеарне регресије, изражен преко природних логаритама, даје највиши коефицијент корелације $r=85,2\%$, уз коефицијент детерминације $r^2=72,6\%$, што заправо говори да је процентуално учешће месне заједнице у укупној гимназијској популацији детерминисано са 72,6% независно променљивих укључених у модел. Како би била једноставнија за тумачење, ову функцију можемо приказати (условно, уз непознату константу) и на следећи начин (антилогаритмовањем):

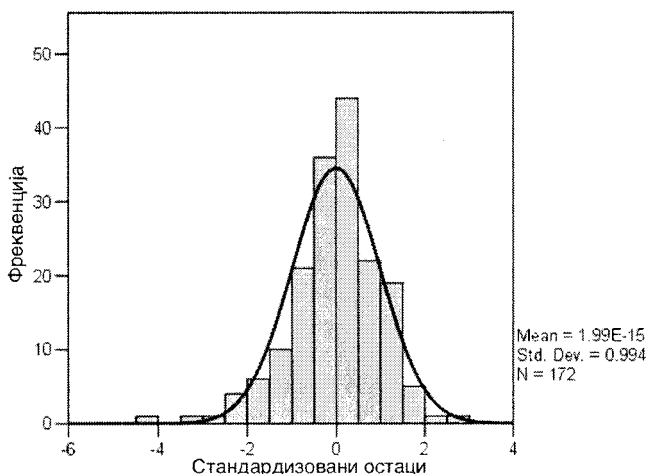
$$T_i = const \frac{x_{1i}^{1,111}}{x_{2i}^{1,763}} \quad (4)$$

Из формуле (4) се јасно запажа да је процентуално учешће неке месне заједнице у укупној гимназијској популацији на територији ГУП *директно пропорционално проценту броја становника* ГУП који у њој живи, а *обрнуто пропорционално индексу доступности*. Другим речима, што у некој месној заједници има више становника и што је она доступнија (мерено дужинским јединицама), већи ће и број гимназијалаца бити у њој.

Стандардна грешка овог модела је $\delta=0,48$. Остаци стандардизовани моделом линеарне регресије прате облик криве нормалне расподеле (слика 1).

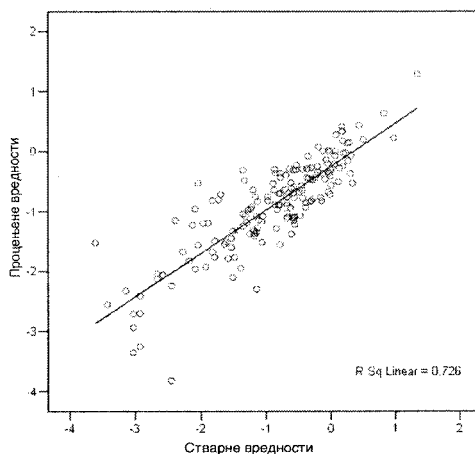
И поред задовољавајуће правилности у нормалној расподели, нешто веће вредности негативних стандардизованих остатака (-4,34 и -3,17), јављају се у месним заједницама Старо сајмиште у Новом Београду и Братство-јединство у Земуну. У Старом сајмишту, до моделом претпостављеног његовог знатно већег процентуалног учешћа у укупном броју гимназијалаца, него што је то реално случај, дошло је услед прецењивања значаја броја становника (2250), а посебно услед прецењивања значаја високе доступности те месне заједнице (индекс доступности $A'_i=0,28$). То значи да би, на основу моделом прорачунатог деловања оба ова фактора појединачно, у месној заједници Старо сајмиште требало бити више ученика гимназија, односно, да је у њој јаче изражено деловање неких других социо-економских фактора, који моделом нису обу-

хваћени. Тако, антилогаритмовано реално учешће ове месне заједнице у укупној гимназијској популацији износи 0,03%, а процењено 0,22%. Код прецењивања учешћа месне заједнице Братство–јединство у укупном броју гимназијалаца, разлог је лоша корелација модела и броја становника у њој (чак 14176 становника), па је утврђен проценат од укупног броја гимназијалаца 0,59%, а стварни 0,13%. Поред ове две месне заједнице, стандардизоване остатке изван граничне линије од две стандардне девијације (интервал поверења од 95%) имају и месне заједнице Четврти јули (2,38) и Зелени венац (-2,36) у Савском венцу, Дунавски Венац у Палилули (-2,17), Академија у Новом Београду (-2,05), Нова Галеника у Земуну (-2,09), Велики мокри луг у Звездари (-2,58) и Зуце у Вождовцу (2,82). Највећи позитивни стандардизовани остатак имају Зуце, што је последица пренаглашеног, моделом предвиђеног, утицаја индекса доступности за ту месну заједницу (индекс доступности $A_i=1,00$), али и деловања других, моделом апстрахованих фактора.



Слика 1. – Хистограм стандардизованих остатака и крива нормалне расподеле (прва емпиријска формула)

Посматрано у целини, логаритамски облик линеарне функције модел показује већи степен корелације при вишим вредностима зависно променљивих (слика 2).



Слика 2. – Линеарна зависност између стварних и моделом процењених вредности (прва емпиријска формула)

Поред тога што овај модел показује висок степен линеарне корелације са стварним вредностима, он има и велику предност с обзиром на то да не даје негативне резултате, тј. природни логаритам од неког броја је увек позитиван број. Међутим, основни недостатак овог модела проистиче из саме природе логаритамске функције. Наиме, како $\ln(0)=-\infty$, из модела смо морали искључити четири месне заједнице у којима није евидентиран ниједан ученик гимназије: Рева, Тринаести мај, Велико село и Макиш. Због тога ће и бита приказана друга два емпиријска модела генерисања саобраћаја, која немају овај недостатак. Детаљни упоредни приказ стварних и моделом процењених процентуалних учешћа месних заједница (антилогаритмованих) у укупном броју гимназијалаца дат је на слици бр 5.

Друга емпиријска формула има следећи израз:

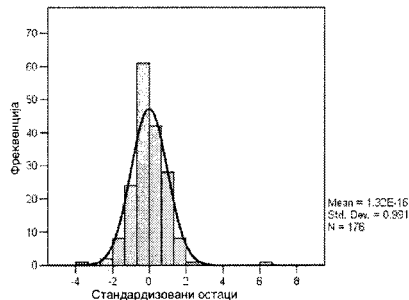
$$T_i = -0,629 + 0,932x_{1i} - 0,6 \cdot \ln(x_{2i}) + 0,025 \cdot e^{x_{3i}} \quad (5)$$

где су: x_{1i} – проценат средњошколске популације који живи у месној заједници i ; x_{2i} – индекс доступности месне заједнице заснован на дужинским параметрима (A_i); x_{3i} – индекс нивоа образовања у месној заједници i , формиран у односу на ниво образовања у Београду. Рачуна се по формули: $O_i = O_i/O_g$, где је O_i проценат високообразованог становништва старијег од 15 година у месној заједници i , а O_g проценат високообразованог становништва старијег од 15 година у Београду.

Овај модел линеарне регресије може се применити како би се избегли недостатци везана за примену првог модела и логаритамски облик зависно променљиве. Једначина (5) даје лошије резултате у односу на једначину (3), али и даље задовољавајуће с обзиром на природу проблема, односно, коефицијент корелације $r=80,8\%$ и коефицијент детерминације $r^2=65,4\%$, док је стандардна грешка модела $\delta=0,29$.

За разлику од једначине (3), када применимо метод најмањих квадрата при решавању линеарне регресије на свих 176 месних заједница, највећи коефицијент корелације се јавља са процентуалним учешћем популације средњошколског узраста (а не учешћем укупне популације). Са овом независно променљивом, модел има директно пропорционалан однос. Као и код претходног примера, и овде је тај однос обрнуто пропорционалан логаритамском облику индекса доступности. С обзиром на то да се вредности природног логаритма за вредности променљиве x између 0 и 1 крећу у интервалу од $-\infty$ до 0, може се извести закључак о снажном деловању овог фактора, који рапидно повећава вредност променљиве T_i , како се вредност променљиве x_{2i} приближава 0, односно, како се повећава доступност месне заједнице. Трећи параметар, укључен у једначину (5) има слабији утицај од претходна два, услед ниске вредности за њега везане константе. Такође, услед експоненцијалног облика ове променљиве, њен позитивни утицај на вредност зависно променљиве T_i се може сматрати значајнијим једино при вредностима $x_{3i} > 1$, односно у месним заједницама које имају виши проценат високообразованог становништва у односу на градски просек.

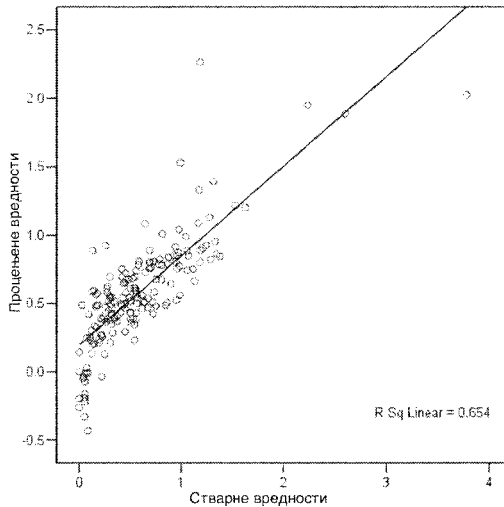
Остаци стандардизовани моделом линеарне регресије изражене једначином (5) прате облик криве нормалне расподеле (слика 3).



Слика 3. – Хистограм стандардизованих остатака и крива нормалне расподеле (друга емпиријска формула)

Од интервала поверења од 95%, својим стандардизованим остацима значајније одступају месне заједнице Цветни трг (6,1) у Врачару и Борча (-3,75) у Палилули. У првој месној заједници, фактори укључени у модел потцењују њено процентуално учешће у укупном броју ученика гимназија (са 3,78% на 2,03%). У питању је месна заједница изузетно високе доступности ($A=0,26$) и нивоа образовања ($O=2,32$), са чак две гимназије на својој територији, у којој живи натпросечно велики број ученика гимназија у односу на средњошколску популацију (59%), који поменути параметри не могу да објасне. Другачија ситуација је у месној заједници Борча, где њена ниска доступност ($A=0,56$) и индекс образованости ($O=0,88$), не могу као фактори да редукују значај њеног високог процентуалног учешћа у укупној средњошколској популацији (2,67%), тако да модел уместо 1,18%, предвиђа њено учешће у укупном броју гимназијалаца са 2,26%. Поред ових месних заједница, од криве нормалне дистрибуције, својим стандардизованим остацима, у мањој мери одскачу и: Бежанијска коса у Новом Београду (2,49), Братство-јединство у Земуну (-2,64) и Дунавски венац у Палилули (-2,31). Приказ просторног размештаја грешака овог модела приказан је на слици бр. 6.

Однос између стварних и моделованих вредности је приказан на слици бр. 4, где се уједно опажа и основни недостатак модела, а то је појављивање негативних вредности као израза процентуалног учешћа месних заједница у укупном броју гимназијалаца.



Слика 4. – Линеарна зависност између стварних и моделом процењених вредности (друга емпиријска формула)

Као једна од замерки овом моделу могла би се навести и непрецизност параметра везаног за ниво образовања, с обзиром на то да је дат на нивоу општина. Међутим, његовим искључивањем из једначине (5) не би дошло до значајнијег нарушавања утврђених односа:

$$T_i = -0,633 + 0,932x_{1i} - 0,704 \cdot \ln(x_{2i}) \quad (6)$$

Коефицијент корелације у тако модификованом моделу је $r=80,3\%$, коефицијент детерминације $r^2=64,4\%$, док је стандардна грешка модела иста – $\delta=0,29$. Метод линеарне регресије има ту особину да се коефицијент корелације између процењених и стварних вредности по правилу повећава са укључивањем додатних независно променљивих у једначину. Међутим, такав поступак *повећава могућност појављивања мултиколинеарности*, која доводи до непрецизних коначних резултата.



Слика 5. - Разлика између реалних и моделом (1) прогнозираних процентуалних учешћа месних заједница у гимназијској популацији



Слика 6. - Разлика између реалних и моделом (2) прогнозираних процентуалних учешћа месних заједница у гимназијској популацији

Зато смо се у овим моделима ограничили на максимално три независно променљиве. Треба имати у виду да линеарна регресија има за циљ да пронађе оптималну комбинацију независно променљивих, што заправо значи да и остале променљиве, које нису укључене у приказане моделе, могу бити релевантне као фактори генерисања саобраћаја.

Закључак

Метод линеарне регресије је показао да на процентуални (а тиме и стварни) број ученика гимназије у некој месној заједници *највише утиче популациони потенцијал месне заједнице*. При томе, број становника и број становника средњошколског узраста неке месне заједнице показују готово идентичан коефицијент корелације са бројем гимназијалаца у њој. Као други по значају, јавља се просторни фактор изражен кроз *саобраћајни положај месних заједница*. У приказаним моделима, као најприкладнији параметар, показала се саобраћајна доступност месне заједнице израчуната на основу дужинских растојања. Остали параметри који се односе на саобраћајни положај месних заједница су испољили нешто мањи степен корелације, те су на тај начин искључени. Од одлике најближе гимназије, као једини релевантни параметри показали су се они који се односе на њен саобраћајни положај (централитет и доступност), али због евидентне корелације са параметрима саобраћајног положаја месних заједница, нису могли бити укључени у модел. Тек на последњем, али не и потпуно безначајном месту налази се *образовна структура становника месних заједница*.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

- Bennett R.J. (1978): **Forecasting in urban and regional planning closed loops: The examples of road and air traffic forecasts**. Environment and Planning A, 10, pp. 145-162
- Kanafani A. (1983): **Transportation demand analysis**. McGraw-Hill, New York.
- Meyer J. R., Straszheim M. R. (1971): **Pricing and project evaluation**. Brookings Institution, Washington D. C.
- Pas E. I. (1986): **The urban transportation planning process**. in S. Hanson (ed): The Geography of Urban Transportation, The Guilford Press, New York, pp. 49-70.
- Putman S.H. (1983): **Integrated urban models**. Pion Press, London.
- Sheppard E. (1986): **Modeling and predicting aggregate flows**. in S. Hanson (ed): The Geography of Urban Transportation, The Guilford Press, New York, pp. 91-118.
- Wachs M., Koenig J.G., (1979): **Behavioral modelling, accessibility, mobility and travel need**. in D.A. Hensher, P.R. Stopher (eds): Behavioral travel modelling, Pion Press, London, pp. 698-709,
- Градски завод за информатику и статистику (2003а): **Број становника и број становника средњошколског узраста**. Документациони материјал, Београд.
- Градско саобраћајно предузеће "Београд" (2002): **Број возила по погонима**. Београд.
- Градско саобраћајно предузеће "Београд" (2002а): **Деоничне брзине возила**. Документациони материјал, Београд.
- Раткај И. (2004): **Комплексна анализа саобраћајне доступности гимназија у Београду**. Магистарски рад, Географски факултет, Београд.
- Републички завод за статистику (2003): **Попис становништва, домаћинстава и станова у 2002 - Становништво. Књига 4: Школска спрема и писменост. Подаци по општинама**, Београд.

Summary

**TRIP GENERATION MODEL –
EXAMPLE OF GRAMMAR SCHOOL STUDENTS IN BELGRADE**

Method of linear regression has shown that the percentage of grammar school students in a local community is mostly influenced by the population potential of that community. The second most important factor is a spatial factor manifested through the transportation position of local communities. Transportation accessibility (expressed by the distance units) has appeared as the most convenient parameter in the represented models. Other parameters referred to the transportation position of local communities exposed less significant correlation levels, so were excluded from models. Among the characteristics of the closest grammar school, only those related to their transportation positions (centrality and accessibility) have shown the adequate level of significance, but have been excluded from models because of the correlation to the parameters of transportation positions of local communities. The least important, but not insignificant factor is the educational structure of the population at the local community level.