

# ПРЕДГОВОР

Планирање саобраћаја и простора је комплексан задатак који пре свега подразумева да се проблем разматра у пуној ширини укључујући и низ додирних дисциплина, односно, рационална и креативна синтеза је суштина стручног делања планера или пројектанта. С друге стране, планирање саобраћаја и простора има и сопствени ниво сложености који се пре свега огледа у значајном обиму и разноврсности неопходних информација, поступцима прикупљања и обраде података, методама анализе резултата као и моделима који се примењују за потребе прогнозе.

Одмерање релативног односа између ширине приступа и нивоа детаљности чинило је полазну дилему при конципирању ове књиге. У овој књизи је ширини приступа проблему планирања саобраћаја и простора дата релативна предност полазећи од следећих определења аутора:

- књига је првенствено намењена студентима Грађевинског факултета Универзитета у Београду који прате истоимени предмет на Одсеку за путеве и железнице као генерални увод у планирање и пројектовање путева, железница, аеродрома и градских саобраћајница
- детаљнија разматрања поједињих тема те метода и поступака у процесу планирања саобраћаја и простора могу се наћи у бројној литератури на нашем и страним језицима из које је само мањи број референтних наслова наведен на крају ове књиге
- комплексност процеса сигурно захтева мултидисциплинарни приступ те је неопходно да се дипломирани грађевински инжењери као неизоставни чланови планерског и/или пројектантског тима припреме за заједнички рад кроз општија сазнања о додирним дисциплинама

Потреба за синтезом низа релевантних информација с једне и ограничења која произлази из намене и обима књиге с друге стране

условили су да се многи аспекти само делимично разрађују и илуструју кроз поједностављене примере са циљем да се што је могуће јасније и једноставније изложе принципијелне поставке. У том поступку је коришћење референтне литературе бројних аутора било од велике помоћи на чиму им овим путем захваљујем. Поред тога, дuguјем захвалност бројним колегама са којима сам током свог радног века имао прилике да разменим мишљења о појединим темама и проверим сопствене ставове као и рецензентима на корисним примедбама и сугестијама.

Верујем да ће у овој књизи студенти других факултета који проучавају саобраћај као сродне или додирне дисциплине наћи делове који се уклапају у њихово стручно интересовање. Такође верујем да ће стручњаци који раде у овој области прихватити ову књигу као подршку своме delaњу, наравно, уз неопходан критички приступ. Аутор се нада запажањима, сугестијама, примедбама и критикама корисника ове књиге које са захвалношћу очекује јер је то права и објективна оцена резултата његових напора.

Издавање ове књиге помогло је Друштву за путеве Србије које је увек имало пуног разумевања за потребе образовања инжењера у области путева. Посебну и велику захвалност дuguјем супружи Љиљани Малетин за пуно разумевање и несебичну подршку мом педагошком, научном и стручном раду током низа година као и за непосредну помоћ на припреми ове књиге кроз лектуру и коректуру припремљеног текста.

Београд, децембар 2003

Аутор

# САДРЖАЈ

<b>1 РАЗВОЈ И САОБРАЋАЈ</b>	1
<b>1.1 ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЈА</b>	1
1.1.1 ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ .....	2
1.1.2 ОСНОВНИ ПРЕСЕЦИ НОВИЈЕ ИСТОРИЈЕ САОБРАЋАЈА .....	4
1.1.3 ПОКАЗАТЕЉИ СТЕПЕНА РАЗВИЈЕНОСТИ .....	10
1.1.4 ИЗВОРИ И КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЈА .....	13
1.1.5 ПРИКАЗ ГУСТИНА САОБРАЋАЈНИХ МРЕЖА .....	17
1.1.6 МАКРО ПОКАЗАТЕЉИ ПРОМЕНА У ОБЛАСТИ САОБРАЋАЈА .....	21
<b>1.2 ПРОСТОРНИ РАЗВОЈ И САОБРАЋАЈНА ОСНОВА</b>	25
1.2.1 ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ РАЗВОЈА МРЕЖА И НАСЕЉА .....	26
1.2.2 МОДЕЛИ ПРОСТОРНОГ РАЗВОЈА .....	33
1.2.2.1 Дескриптивни модели .....	33
1.2.2.2 Теоријски модели зонирања .....	37
1.2.2.3 Математички модели .....	41
1.2.3 МЕЂУЗАВИСНОСТИ САОБРАЋАЈ - ПРОСТОР .....	44
1.2.3.1 Саобраћајно - економски елементи локација .....	44
1.2.3.2 Хијерархијско уређење насеља и саобраћајне основе .....	51
<b>1.3 САОБРАЋАЈ И ЖИВОТНА СРЕДИНА</b>	54
1.3.1 ПОЈАВНИ ОБЛИЦИ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ .....	55
1.3.2 ОСНОВЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ .....	58
1.3.2.1 Утицаји на простор .....	58
1.3.2.2 Енергија .....	61
1.3.2.3 Загађења ваздуха .....	63
1.3.2.4 Саобраћајна бука .....	67
1.3.2.5 Утицаји на површинске и подземне воде .....	71
1.3.2.6 Флора и фауна .....	75
1.3.3 ОПШТЕ ПОСТАВКЕ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ .....	77
1.3.3.1 Планерске мере заштите .....	77
1.3.3.2 Пројектантске и техничке мере заштите .....	80
<b>1.4 ДРУШТВЕНИ АСПЕКТИ САОБРАЋАЈА</b>	82
1.4.1 ПОЛИТИКА РАЗВОЈА САОБРАЋАЈА .....	82
1.4.2 СОЦИОЛОШКИ АСПЕКТИ САОБРАЋАЈА .....	86
1.4.3 СИГУРНОСТ САОБРАЋАЈА .....	92
<b>2 ОСНОВЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА</b>	95
<b>2.1 ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ И ПОДРУЧЈЕ СТУДИЈЕ</b>	95
2.1.1 СТВАРНОСТ И ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ .....	96
2.1.2 МОДЕЛИ ПОДАТКА .....	98
2.1.2.1 Просторни носиоц информација .....	99
2.1.2.2 Коришћење других база података и могућности комбиновања .....	100
2.1.2.3 Упоређење векторског и растерског модела података .....	102

<b>2.1.3 ПОДРУЧЕ СТУДИЈЕ И ФОРМИРАЊЕ МАЊИХ ЈЕДИНИЦА .....</b>	103
2.1.3.1 Подручје студије и просторна систематизација кретања .....	103
2.1.3.2 Границе и подела на мање просторне јединице .....	104
<b>2.2 ПОКАЗАТЕЉИ НАМЕНЕ ПОВРШИНА .....</b>	108
2.2.1 ВРСТЕ НАМЕНЕ ПОВРШИНА И КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА .....	108
2.2.2 ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНИ ЗАХТЕВИ И МОГУЋНОСТИ ЛОКАЦИЈЕ	111
2.2.2.1 Захтеви намене површина .....	112
2.2.2.2 Могућности локације .....	113
2.2.3 ПОКАЗАТЕЉИ ИНТЕНЗИТЕТА САДРЖАЈА .....	115
2.2.3.1 Класификација површина .....	115
2.2.3.2 Густине .....	117
2.2.3.3 Степен искоришћености и индекс изграђености .....	118
<b>2.3 САОБРАЋАЈНЕ МРЕЖЕ .....</b>	121
2.3.1 ТОПОЛОШКИ ПОКАЗАТЕЉИ МРЕЖЕ .....	121
2.3.2 ТЕОРИЈСКЕ МРЕЖЕ .....	124
2.3.3 МОДЕЛ СТВАРНЕ МРЕЖЕ .....	126
2.3.4 ОТПОРИ У МРЕЖИ И НАЈКРАЋИ ПУТ .....	130
<b>2.4 ДЕМОГРАФСКЕ АНАЛИЗЕ .....</b>	132
2.4.1 ОСНОВНИ УТИЦАЈИ И ПОКАЗАТЕЉИ ПРОМЕНЕ БРОЈА СТАНОВНИКА	132
2.4.1.1 Показатељи и основни фактори који утичу на рађање деце .....	132
2.4.1.2 Показатељи и основни фактори који утичу на умирање .....	133
2.4.1.3 Показатељи и основни фактори који утичу на миграције .....	135
2.4.1.4 Промена броја становника и регионалне разлике .....	136
2.4.2 СТРУКТУРА СТАНОВНИШТВА ПО ГОДИНАМА СТАРОСТИ .....	140
2.4.2.1 Макро показатељи старосне структуре .....	140
2.4.2.2 Старосне пирамиде .....	141
<b>2.5 ОСНОВНЕ ЗАКОНИТОСТИ ТРЖИШТА РОБА И УСЛУГА .....</b>	144
2.5.1 ПОТРАЖЊА И ПОНУДА .....	144
2.5.1.1 Крива потражње .....	145
2.5.1.2 Крива понуде .....	146
2.5.1.3 Уравнотежење понуде и потражње .....	147
2.5.2 ЕЛАСТИЧНОСТ ПОТРАЖЊЕ И ПОНУДЕ .....	148
2.5.2.1 Опште поставке концепта еластичности .....	148
2.5.2.2 Примена концепта еластичности код макроскопских анализа .....	151
<b>2.6 МЕТОДЕ И ПОСТУПЦИ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА .....</b>	155
2.6.1 ОСНОВЕ РЕГРЕСИЈЕ .....	155
2.6.1.1 Метод најмањих квадрата .....	155
2.6.1.2 Корелација .....	159
2.6.1.3 Вишеструка регресија .....	161
2.6.1.4 Статистичке провере .....	162

2.6.1.5 Провера валидности модела .....	164
2.6.2 ВРЕМЕНСКЕ СЕРИЈЕ .....	168
2.6.2.1 Метод годишњег прираштаја .....	169
2.6.2.2 Метод покретне средње вредности .....	171
2.6.2.3 Метод најмањих квадрата применењ на временске серије .....	172
2.6.2.4 Одступања од средњих вредности .....	173
2.6.2.5 Варијације временских серија .....	175
2.6.2.6 Појава дисконтинуитета временских серија .....	178
2.6.3 АКУМУЛАЦИЈА .....	181
2.6.3.1 Временска акумулација .....	181
2.6.3.2 Линијска акумулација .....	184
2.6.3.3 Површинска акумулација .....	187
2.6.4 ОСТАЛЕ МЕТОДЕ ПРОГНОЗА .....	188
2.6.4.1 Прогноза применом еластичности потражње .....	188
2.6.4.2 Методе прогнозе броја становника .....	190
2.6.4.3 Јединични кофицијент промене .....	195
2.6.4.4 Прогноза преко постојеће матрице .....	196
2.6.4.5 Модели избора .....	197
<b>3 САОБРАЋАЈНА ПОТРАЖЊА .....</b>	<b>201</b>
3.1 ЕЛЕМЕНТИ И УТИЦАЈНИ ПАРАМЕТРИ ПОТРАЖЊЕ .....	202
3.1.1 УЗРОЦИ ПОЈАВЕ И ОСНОВНИ УТИЦАЈИ НА ПОТРАЖЊУ .....	203
3.1.1.1 Потражња у области превоза терета .....	203
3.1.1.2 Потражња у области превоза путника .....	206
3.1.1.3 Основни показатељи потражње .....	208
3.1.1.4 Мобилност .....	209
3.1.1.5 Степен моторизације .....	212
3.2 СНИМАЊЕ ПОТРАЖЊЕ .....	216
3.2.1 БРОЈАЊА САОБРАЋАЈА .....	217
3.2.2 АНКЕТЕ .....	220
3.2.2.1 Просторна систематизација кретања .....	222
3.2.2.2 Основне методе и поступци спровођења анкете .....	224
3.2.2.3 Контрола спровођења и резултата анкете .....	226
3.2.2.4 Примери основних резултата анкете .....	228
3.3 ВРЕМЕНСКА КОНЦЕНТРАЦИЈА ПОТРАЖЊЕ .....	232
3.3.1 УЗРОЦИ ПОЈАВЕ ВРЕМЕНСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ПОТРАЖЊЕ .....	233
3.3.2 ВРСТЕ И ПОКАЗАТЕЉИ ВРЕМЕНСКЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ .....	235
3.4 ПРОСТОРНА КОНЦЕНТРАЦИЈА ПОТРАЖЊЕ .....	243
3.4.1 УЗРОЦИ ПОЈАВЕ ПРОСТОРНЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ПОТРАЖЊЕ .....	243
3.4.2 КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПОКАЗАТЕЉИ ПРОСТОРНЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ .....	245
<b>4 САОБРАЋАЈНА ПОНУДА .....</b>	<b>251</b>
4.1 ВОЗИЛА .....	252
4.1.1 СТАТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОЗИЛА КАО ЕЛЕМЕНТ ПОНУДЕ .....	254

4.1.1.1 Статички капацитети возила .....	255
4.1.1.2 Статички капацитети возила и карактеристике терета .....	256
4.1.1.3 Специфичности статичких капацитета возила за превоз путника .....	256
<b>4.2 КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА .....</b>	<b>260</b>
4.2.1 ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ КРЕТАЊА ЈЕДНОГ ВОЗИЛА .....	261
4.2.2 ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ КРЕТАЊА ВИШЕ ВОЗИЛА .....	262
4.2.3 ПОЛАЗНИ УСЛОВИ ДЕФИНИСАЊА КАПАЦИТЕТА .....	263
<b>4.3 КАПАЦИТЕТ И НИВО УСЛУГЕ ИНДИВИДУАЛНИХ ВИДОВА ПРЕВОЗА .....</b>	<b>265</b>
4.3.1 ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА ИНДИВИДУАЛНИХ ВОЗИЛА .....	265
4.3.2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА .....	266
4.3.3 КОНЦЕПТ НИВОА УСЛУГЕ ИНДИВИДУАЛНИХ ВИДОВА ПРЕВОЗА .....	268
4.3.3.1 Основе концепта нивоа услуге за саобраћај моторних возила .....	268
4.3.3.2 Основе концепта нивоа услуге за пешачка кретања .....	269
4.3.4 ПРИМЕНА КОНЦЕПТА НИВОА УСЛУГЕ ЗА РЕАЛНЕ УСЛОВЕ .....	270
<b>4.4 КАПАЦИТЕТ И НИВО УСЛУГЕ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА .....</b>	<b>273</b>
4.4.1 КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА И РЕЖИМИ ВОЖЊЕ .....	273
4.4.2 КАПАЦИТЕТ ПРОСТОРНО НЕЗАВИСНИХ СРЕДСТАВА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА .....	276
4.4.2.1 Капацитет дренице .....	276
4.4.2.2 Капацитет станице .....	277
4.4.3 КАПАЦИТЕТ ПРОСТОРНО ЗАВИСНИХ СРЕДСТАВА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА .....	279
4.4.4 КРИТЕРИЈУМ КОНФОРА ПУТНИКА .....	280
4.4.5 ФУНКЦИОНИСАЊЕ И ПОНУДА ЛИНИЈЕ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА .....	281
4.4.5.1 Карактеристичне брзине линије јавног превоза .....	281
4.4.5.2 Показатељи функционисања и понуда линије .....	282
<b>4.5 САОБРАЋАЈНЕ МРЕЖЕ И ПОНУДА .....</b>	<b>285</b>
4.5.1 ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ САОБРАЋАЈНИХ МРЕЖА .....	285
4.5.1.1 Опште карактеристике ванградских мрежа .....	286
4.5.1.2 Хијерархијско уређење и функционална класификација .....	291
4.5.2 ОСНОВЕ ГРАДСКИХ САОБРАЋАЈНИХ МРЕЖА .....	293
4.5.2.1 Теоријски модели градских саобраћајних мрежа .....	297
4.5.2.2 Функционална класификација градске путне мреже .....	299
4.5.3 ВЕЗЕ ГРАДСКИХ И ВАНГРАДСКИХ МРЕЖА .....	300
4.5.4 ОСНОВНИ ПОКАЗАТЕЉИ ПОНУДЕ САОБРАЋАЈНИХ МРЕЖА .....	306
4.5.4.1 Густине саобраћајних мрежа .....	306
4.5.4.2 Директност токова и временска ефикасност .....	308
4.5.4.3 Приступачност станица и изохроне .....	310
4.5.5 СНИМАЊЕ ПОНУДЕ .....	314
4.5.5.1 Снимање понуде индивидуалних видова превоза .....	314
4.5.5.2 Снимање понуде колективних видова превоза .....	317
<b>4.6 КОНКУРЕНЦИЈА И УСКЛАЂЕЊЕ ПОТРАЖЊЕ И ПОНУДЕ .....</b>	<b>319</b>
4.6.1 КОНКУРЕНЦИЈА У ОБЛАСТИ ПОНУДЕ САОБРАЋАЈНИХ УСЛУГА .....	319

4.6.1.1 Конкуренција међуградских видова и средстава превоза .....	319
4.6.1.2 Конкуренција градских видова и средстава превоза путника .....	321
4.6.2 УСКЛАЂЕЊЕ ПОТРАЖЊЕ И ПОНУДЕ .....	325
4.6.2.1 Трошкови коришћења аутомобила и обим саобраћаја .....	326
4.6.2.2 Промене односа трошкови - обим саобраћаја .....	328
4.6.2.3 Границни случајеви потражње саобраћаја и понуде пута .....	329
4.6.2.4 Усклађење потражње и понуде деонице путне мреже .....	331
4.6.2.5 Усклађење потражње и понуде линије јавног превоза .....	335
<b>5 ПРОЦЕС ПЛАНИРАЊА САОБРАЋАЈА .....</b>	<b>339</b>
<b>5.1 МЕТОДОЛОШКЕ ПОСТАВКЕ .....</b>	<b>340</b>
5.1.1 ОСНОВЕ ПРОЦЕСА ПЛАНИРАЊА .....	340
5.1.1.1 Нивои планирања .....	342
5.1.1.2 Просторна хијерархија .....	345
5.1.2 УСЛОВЉЕНОСТИ ПРОЦЕСА ПЛАНИРАЊА САОБРАЋАЈА .....	348
5.1.2.1 Планирање и пројектовање као међусобно условљени процеси .....	350
5.1.2.2 Планирање и пројектовање као део целовитог процеса .....	352
5.1.3 ОСНОВНИ КОРАЦИ У ПЛАНИРАЊУ САОБРАЋАЈА .....	354
<b>5.2 МОДЕЛИ ПРОГНОЗЕ САОБРАЋАЈНЕ ПОТРАЖЊЕ .....</b>	<b>356</b>
5.2.1 ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ МОДЕЛА .....	356
5.2.2 СЕКВЕНЦИЈАЛНИ ПОСТУПАК .....	360
5.2.3 ЦЕЛОВИТИ ПОСТУПАК .....	364
5.2.3.1 Понашање потенцијалних корисника .....	365
5.2.3.2 Симултани саобраћајни модели .....	367
<b>5.3 НАСТАЈАЊЕ И ПРИВЛАЧЕЊЕ ПУТОВАЊА .....</b>	<b>371</b>
5.3.1 ПРОМЕНЉИВЕ И ГРАНИЧНИ УСЛОВИ .....	371
5.3.1.1 Независно променљиве .....	371
5.3.1.2 Границни услови модела настајања и привлачења путовања .....	373
5.3.2 ОСНОВНИ ТИПОВИ МОДЕЛА НАСТАЈАЊА И ПРИВЛАЧЕЊА .....	374
5.3.2.1 Модели јединичног настајања и привлачења путовања .....	374
5.3.2.2 Регресија .....	377
5.3.2.3 Категоријска анализа и групне карактеристике .....	378
5.3.2.4 Применљивост типова модела настајања и привлачења путовања .....	380
5.3.3 КАЛИБРАЦИЈА МОДЕЛА НАСТАЈАЊА И ПРИВЛАЧЕЊА ПУТОВАЊА .....	381
5.3.4 ПОСТУПЦИ ПРИМЕНЕ .....	382
<b>5.4 ПРОСТОРНА РАСПОДЕЛА ПУТОВАЊА .....</b>	<b>385</b>
5.4.1 МОДЕЛИ ЗАСНОВАНИ НА ПОКАЗАТЕЉИМА РАСТА .....	386
5.4.2 ГРАВИТАЦИОНИ МОДЕЛ .....	388
5.4.2.1 Фактор отпора .....	390
5.4.2.2 Фактор прилагођавања .....	392
5.4.3 КАЛИБРАЦИЈА МОДЕЛА ПРОСТОРНЕ РАСПОДЕЛЕ .....	392
5.4.4 МОДЕЛИ ВЕРОВАТНОЋЕ ИСПУЊЕЊА МОТИВА КРЕТАЊА .....	395

<b>5.5 РАСПОДЕЛА ПО СРЕДСТВУ ПРЕВОЗА .....</b>	<b>397</b>
5.5.1 ГРАНИЧНИ УСЛОВИ МОДЕЛА РАСПОДЕЛЕ ПО СРЕДСТВУ ПРЕВОЗА .....	398
5.5.2 ПЕШАЦИ И БИЦИКЛИСТИ .....	399
5.5.3 МОТОРИЗОВАНА ПУТОВАЊА .....	400
5.5.3.1 Директна расподела по средству превоза .....	401
5.5.3.2 Расподела на основу упоредних карактеристика понуде .....	402
5.5.4 МОДЕЛИ ПОНАШАЊА КОРИСНИКА .....	407
5.5.4.1 Функција корисности и некорисности .....	407
5.5.4.2 Модели релативне корисности .....	408
5.5.4.3 Логит модели .....	412
5.5.4.4 Поједностављени логит модел .....	413
<b>5.6 ОПТЕРЕЋЕЊЕ МРЕЖА .....</b>	<b>414</b>
5.6.1 ПОЛАЗНЕ ПОСТАВКЕ МОДЕЛА ОПТЕРЕЋЕЊА МРЕЖА .....	415
5.6.1.1 Кораци у примени модела оптерећења мрежа .....	415
5.6.1.2 Временски период оптерећења .....	416
5.6.1.3 Број путовања и број возила .....	417
5.6.1.4 Унутарзонска путовања .....	417
5.6.1.5 Раздавајање по смеровима .....	417
5.6.2 ОСНОВНЕ ГРУПЕ МОДЕЛА ОПТЕРЕЋЕЊА МРЕЖА .....	418
5.6.2.1 Оптерећење мреже по једној путањи .....	418
5.6.2.2 Оптерећење мреже по више путања .....	419
5.6.2.3 Итеративно оптерећење мреже .....	420
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>424</b>
<b>ПРЕДМЕТНИ РЕГИСТАР .....</b>	<b>427</b>