

SADRŽAJ

I. OPŠTE O MODELIRANJU.....	11
1. Nastanak, pojam i podela nauke	11
2. Pojam, funkcionisanje i podela sistema.....	13
3. Upravljanje sistemima	16
4. Sistemska analiza i modeliranje	20
a) Opšte o sistematskoj analizi i modeliranju	20
b) Klasifikacija modela.....	23
c) Prednosti i mane analitičkih i simulacionih modela	27
d) Modeliranje u železničkom saobraćaju	28
II. MODELI ZA PROGNOZIRANJE.....	31
A. OPŠTE O PROGNOZIRANJU	31
1. Značaj i cilj prognoza	31
2. Faktori od kojih zavise saobraćajne prognoze i metode njihovog utvrđivanja.....	32
a) Stanovništvo	32
b) Društveno-ekonomski razvoj	33
c) Namenjena površina zemljišta.....	35
d) Posedanje vozila.....	36
3. Osnove na kojima se zasnivaju prognoze u železničkom saobraćaju i područja primena.....	37

4.	Podela prognoza i ocena tačnosti.....	39
B.	METODE I MODELI PROGNOZIRANJA.....	41
1.	Heurističke metode prognoziranja.....	41
2.	Gravitacioni modeli.....	48
3.	Ekstrapolacija trenda.....	50
4.	Metode stopa i faktora rasta.....	53
5.	Metode korelacione analize.....	58
	a) Karakteristike metoda.....	58
	b) Izbori faktora koji se uključuju u jednačine prognoze.....	59
	c) Prognoziranje pomoću metode linearne jednostruke regresije.....	59
	d) Osnovni model prognoziranja uz korišćenje višestruke korelacije.....	67
	e) Dvofaktorni modeli prognoziranja.....	68
	f) Osnovni faktori koji utiču na prognoze obima prevoza u železničkom saobraćaju.....	75
6.	Lanci Markova.....	76
	a) Matematičke osnove.....	76
	b) Primena lanaca Markova u prognoziranju.....	77
7.	Tehnike mekog računa.....	79
	a) Opšte o mekom računu.....	79
	b) Fazi logika.....	79
	c) Neuronske mreže.....	81
	d) Genetski algoritmi.....	87
C.	FAZE PROGNOZIRANJA I PRIMENA METODA I MODELA U POJEDINIM FAZAMA.....	91
1.	Opšte postavke.....	91
2.	Nastajanje putovanja.....	92
3.	Raspodela putovanja po regionima.....	92
4.	Raspodela putovanja po vidovima prevoza.....	93
5.	Raspodela putovanja po prugama.....	96
D.	ZAKLJUČAK.....	97

III. ANALITIČKO MODELIRANJE SISTEMA

	MASOVNOG OPSLUŽIVANJA.....	99
A.	SISTEMI MASOVNOG OPSLUŽIVANJA.....	99
1.	Opšte karakteristike ranžirnih, robnih i drugih stanica.....	99
2.	Osnovni pojmovi i postavke teorije masovnog opsluživanja.....	103
3.	Ulazni tok.....	109
	a) Opšte karakteristike.....	109
	b) Binomna raspodela.....	111
	c) Hipergeometrijska raspodela.....	114
	d) Puasonova raspodela.....	115
	e) Erlangova raspodela.....	121

f) Zaključna razmatranja.....	127
4. Vreme opsluživanja	131
5. Sistemi masovnog opsluživanja s čekanjem.....	133
a) Opšta razmatranja.....	133
b) Puasonov ulazni tok – eksponencijalno vreme opsluživanja.....	133
c) Puasonov ulazni tok – Erlangovo vreme opsluživanja.....	146
d) Erlangov ulazni tok – Erlangovo vreme opsluživanja.....	146
c) Puasonov ulazni rok – proizvoljna raspodela vremena opsluživanja	151
f) Puasonov ulazni tok – ravnomerna raspodela vremena opsluživanja	153
g) Binomni ulazni tok – proizvoljna raspodela vremena opsluživanja	154
6. Dvofazni sistem masovnog opsluživanja	155
7. Zatvoreni sistem sa ograničenim tokom klijenata	158
8. Približne formule za utvrđivanje pokazatelja funkcionisanja sistema masovnog opsluživanja.....	160
9. Proračun broja koloseka u pojedinim staničnim sistemima	165
10. Proračun propusne moći pruga	167
B. OPTIMALNI REŽIM FUNKCIONISANJA I PRORAČUNA KAPACITETA	173
1. Jednostrana ranžirna stanica s uzastopnim položajem parkova.....	173
a) Ranžirna stanica kao mreža sistema masovnog opsluživanja	173
b) Sistem 1 – "ulazne deonice – prijemni park"	174
c) Sistem 2 – "prijemni park – ranžirni breg"	182
d) Sistemi 3 i 4 – "ranžirni park – izvlačnjaci formiranja"	193
e) Sistemi od 5 do 10 – "ranžirni park – otpremni park – izlazne deonice"	202
2. Dvostrana ranžirna stanica sa uzastopnim položajem parkova	223
3. Deonička stanica.....	225
4. Robna stanica.....	226
IV. MODELIRANJE METODOM "MONTE KARLO"	229
1. Opšte o metodi Monte Karlo	229
2. Statističko modeliranje procesa masovnog opsluživanja	233
3. Primena metode Monte Karlo.....	238
a) Modeliranje dolaska, opsluživanja i otpravljanja vozova	238
b) Modeliranje rada stanice	246
4. Formiranje slučajnih brojeva.....	254
a) Skup slučajnih brojeva sa ravnomernim zakonom raspodele u intervalu [0, 1].....	254
b) Skup slučajnih brojeva s ostalim zakonima raspodele	258

V. SIMULACIONI MODELIRANJE..... 261

A.	OPŠTE O MODELIRANJU SIMULACIJOM	261
1.	Pojam i komponente simulacionog modeliranja	261
2.	Simulacioni proces	262
3.	Tipovi simulacionih modela	265
B.	SIMULACIJA DISKRETNIH DOGAĐAJA.....	266
1.	Osnovni pojmovi simulacije diskretnih događaja.....	266
2.	Struktura alata za simulaciju diskretnih događaja	268
3.	Izgradnja konceptijskih simulacionih modela.....	269
4.	Strategija izvođenja simulacije.....	274
5.	Izgradnja simulacionih programa i simulacioni jezici.....	278
6.	Validnost simulacionih modela	281
7.	Model prostog sistema masovnog opsluživanja	283
8.	Generator toka zahteva i mesta opsluživanja.....	294
9.	Osnovi modela složenog sistema masovnog opsluživanja	301
10.	Model simulacije tehnologije rada ranžirne stanice	304
C.	KONTINUALNA SIMULACIJA	321
1.	Opšte o kontinualnoj simulaciji.....	321
2.	Modeli kretanja voza	324
3.	Ostali modeli	328

VI. MODELI LINEARNOG PROGRAMIRANJA..... 331

1.	Opšte o linearnom programiranju.....	331
a)	Uvod	331
b)	Matematička formulacija problema linearnog programiranja	331
c)	simpleks transformacije.....	332
2.	Celobrojno linearno programiranje	336
a)	Opšte postavke	336
b)	Uslovi celobrojnosti poliedarskih skupova	336
c)	Metoda Gomori	339
3.	Organizacija kolskih tokova	342
a)	Opšta razmatranja.....	342
b)	Izračunavanje i obeležavanje struja kolskih tokova	345
c)	Definisanje matematičkog modela	348
d)	Organizacija kolskih tokova na pravcu sa četiri tehničke stanice ..	360
e)	Opšti algoritam rešavanja zadataka organizacije kolskih tokova ..	365
f)	Organizacija kolskih tokova uz korišćenje celobrojnog programiranja	369
g)	Opšti algoritam rešavanja zadataka organizovanja kolskih tokova uz korišćenje celobrojnog programiranja.....	374

4.	Izbor zonskih stanica u prigradskom železničkom saobraćaju	379
5.	Zadatak raspodele	386
6.	Transportni zadatak	391
7.	Zadatak raspoređivanja	393
8.	Plan formiranja teretnih vozova uz korišćenje metode Hilklajmbing	397
	a) Ulazni podaci	397
	b) Metoda optimizacije plana formiranja vozova	399
	c) Pokazatelji plana formiranja vozova	403
	d) Programi	404
	e) Objašnjenje rada modela plana formiranja vozova na primeru sa pet ranžirnih stanica	404
9.	Plan formiranja daljinskih putničkih vozova	427

VII. MODELIRANJE DINAMIČKIM PROGRAMIRANJEM..... 433

1.	Opšte o dinamičkom programiranju	433
2.	Postavka zadatka	436
3.	Najpovoljniji režimi kretanja voza na deonici	439
4.	Najkraći put na mreži pruga	441
5.	Optimizacija razvoja stanica	443
6.	Optimizacija razvoja pruga	454
7.	Optimalna zamena vozničkih sredstava	460

VIII. MODELI VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE 463

1.	Osnovni pojmovi, definicije i koncepti	463
	1.1. Pojam i vrste višekriterijumske optimizacije	463
	1.2. Višeciljno odlučivanje	465
	a) Višekriterijumsko programiranje	465
	b) Ciljno linearno programiranje	466
	1.3. Višeatributivno odlučivanje	467
2.	Atributi i težinski koeficijenti	468
	2.1. Opšte postavke	468
	2.2. Transformacija atributa	469
	a) Kvantifikacija kvalitativnih atributa	469
	b) Modifikacija atributa istog kriterijuma	469
	c) Normalizacija i linearizacija atributa	470
	2.3. Definisane težinskih koeficijenata	471
	a) Pojam i potreba težinskih koeficijenata	471
	b) Metoda entropije	471
3.	Metode višekriterijumske analize	472
	3.1. Opšte o metodama	472
	3.2. Metode ELECTRE	473

a) Metoda ELECTRE I.....	473
b) Ostale metode ELECTRE	480
3.3. Metode PROMETHEE.....	481
a) Opšte o metodama PROMETHEE	481
b) Metode PROMETHEE I i II.....	481
c) Metoda PROMETHEE III.....	491
d) Metoda PROMETHEE IV.....	491
4. Primena u železničkom saobraćaju.....	493
4.1. Izbor trase železničke pruge	493
a) Postavka zadatka i utvrđivanje parametara (atributa) kriterijuma	493
b) Definisane težinskih koeficijenata.....	497
c) Ulazni podaci za primenu metoda višekriterijumske analize	497
d) Rezultati po metodi PROMETHEE I	498
e) Rezultati po metodi PROMETHEE II.....	499
f) Rezultati po metodi PROMETHEE III.....	499
g) Rezultati po drugim metodama	500
4.2. Izbor vučnih vozila.....	500
4.3. Izbor ostalih vozila	502
PRILOZI.....	503
LITERATURA.....	515