

Draženko Glavić
Marina Milenković

Komercijalna eksploatacija saobraćajne infrastrukture

**Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet
2021.**

dr Draženko Glavić, dr Marina Milenković
Komercijalna eksploatacija saobraćajne infrastrukture
I izdanje

Recenzenti:	dr Vladan Tubić dr Miloš Mladenović
Za izdavača:	dekan, dr Nebojša Bojović
Za suizdavača:	predsednica SDP VIA – VITA, Biljana Vuksanović
Glavni i odgovorni urednik izdavača:	dr Marijana Petrović
Korice:	dr Draženko Glavić
Izdavač:	Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, telefon: 3976–017, fax: 3096–704, http://www.sf.bg.ac.rs
Suizdavač:	Srpsko društvo za puteve "VIA VITA" Bulevar Peke Dapčevića 257, 11000 Beograd
Priprema:	dr Draženko Glavić
Štampa:	ATC d.o.o. Beograd, Kraljice Katarine 75 tel/fax: 01 1/3545–506
Tiraž:	200 primeraka

ISBN 978–86–7395–441–7

Na osnovu odluke Uređivačkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 745/2 od 18.08.2021. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao osnovni udžbenik za predmet "Komercijalna eksploatacija saobraćajne infrastrukture".

Izdavač zadržava sva prava. Reprodukција pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

Sadržaj

Sadržaj	i
Lista skraćenica	vii
Predgovor.....	xi
1 Uvod.....	1
2 Istorijski razvoj putarine	3
2.1 Antičko doba	3
2.2 Srednji vek	3
2.3 Devetnaesti vek	3
2.4 Dvadeseti vek.....	4
3 Organizaciona šema naplate putarine	6
3.1 Otvoreni sistem putarine	6
3.1.1 Primer: otvoreni sistem za naplatu putarine.....	7
3.2 Zatvoreni sistem putarine	8
3.2.1 Primer: zatvoreni sistem za naplatu putarine u Srbiji.....	9
3.3 Kordonski ili zonski sistem putarine	10
3.4 HOV/HOT sistem putarine.....	12
3.5 Mrežna naplata putarine	13
4 Metode plaćanja	14
4.1 Vrste računa	14
4.1.1 Post-Paid račun	14
4.1.2 Pre-paid račun	14
4.1.3 Pretplatnički nalog.....	14
4.2 Koncept plaćanja putarine	15
4.2.1 Naplata putarine prema udaljenosti	15
4.2.2 Naplata putarine prema vremenu.....	15
4.2.3 Naplata putarine prema pristupu.....	15
4.3 Karakteristike vozila koje utiču na visinu putarine	16

5 Tehnologije naplate putarine	17
5.1 Manuelna naplata putarine	21
5.2 Automati za plaćanje putarine.....	23
5.2.1 Zanimljivost - pištolj za novčiće.....	24
5.3 Vinjete	25
5.4 DSRC sa barijerama	27
5.5 MLFF tehnologija naplate putarine	29
5.6 BAR-kod tehnologija naplate putarine.....	31
5.7 RFID tehnologija naplate putarine	33
5.8 GNSS/CN tehnologija naplate putarine.....	35
5.9 ANPR tehnologija naplate putarine	38
5.10 Infrared tehnologija naplate putarine	40
5.11 Tahograf tehnologija naplate putarine	41
5.12 Smart kard tehnologija naplate putarine	44
5.13 Smartphone tehnologija naplate putarine.....	45
6 Kontrola naplate putarine	48
6.1 Strategija kontrole putarine	48
6.1.1 Fizičke metode kontrole putarine	49
6.1.2 Dokazne metode kontrole putarine.....	50
7 Analiza izbegavanja naplate putarine	52
7.1 Uvod.....	52
7.2 Multi-dimenzionalnost izbegavanja putarine	54
7.2.1 Ekonomska dimenzija.....	54
7.2.2 Ekološka dimenzija.....	54
7.2.3 Saobraćajna dimenzija	54
7.2.4 Društveno ekonomska dimenzija	55
7.3 Kontekst izbegavanja putarine u Srbiji, Evropi i svetu	55
7.4 Istraživanje faktora koji utiču na izbegavanja putarine.....	55
7.5 Rezultati	56
7.5.1 Opšte informacije	56
7.5.2 Preliminarna statistička analiza.....	56
7.5.3 Binarna logistička regresija.....	57
7.6 Diskusija rezultata i zaključak	58

8	Analiza bezbednosti sistema naplate putarine.....	60
8.1	Analiza uzroka i okolnosti nastanka saobraćajnih nezgoda na naplatnim stanicama	60
8.2	Mere unapređenja bezbednosti saobraćaja u zonama naplatnih stanica	62
8.3	Analiza bezbednosti saobraćaja na naplatnim stanicama u Srbiji.....	63
9	Analiza uticaja naplate putarine na okolinu	66
9.1	Uvod.....	66
9.2	Istraživanje uticaja putarine na okolinu u Srbiji.....	68
9.3	Rezultati	69
9.3.1	Uporedna analiza emisija pri procesu ulaska vozila na autoput	69
9.3.2	Uporedna analiza emisije pri procesu izlaska vozila sa autoputa	69
9.4	Diskusija i zaključak	74
10	Upravljanje mobilnošću-strategije, politike i mere	75
10.1	Uvod.....	75
10.2	Strategije upravljanja mobilnošću	77
10.3	„Push & Pull“ mere upravljanja mobilnošću	79
11	Upravljanje mobilnošću primenom naplate zagušenje.....	81
11.1	Uvod.....	81
11.2	Istraživanje faktora koji utiču na prihvatljivost CP	84
11.3	Rezultati	85
11.3.1	Deskriptivna statistika	85
11.3.2	Binarna logističke regresija.....	88
11.4	Diskusija i zaključci	90
12	Upravljanje mobilnošću primenom mobilnih kredita	91
12.1	Uvod.....	91
12.2	Opis MC modela	92
12.2.1	Početna raspodela kredita.....	92
12.2.2	Potrošnja kredita	93
12.2.3	Razmena kredita među korisnicima	94
12.2.4	Praćenje i provera korišćenja sistema	94
12.3	Primena MC modela.....	94
12.4	Stavovi korisnika o MC modelu	95
12.5	Uporedna analiza MC i CP modela.....	96

13 Multimodalna mobilnost, deljena mobilnost i mobilnost kao usluga-MaaS.....	97
13.1 Multimodalna mobilnost.....	97
13.2 Deljena mobilnost.....	99
13.2.1 Uvod.....	99
13.2.2 Modaliteti deljene mobilnosti.....	100
13.2.2.1 Deljena mobilnost automobila- Car sharing	101
13.2.2.2 Iznajmljivanje ličnog vozila	101
13.2.2.3 Deljena mobilnost bicikla, trotineta ili drugih vozila mikromobilnosti	101
13.2.2.4 Deljenje putovanja-Ride sharing	102
13.2.2.5 Deljenja putovanja-Carpooling	102
13.2.2.6 Deljenja putovanja-Vanpooling	102
13.2.2.7 Usluge vožnje na zahtev	102
13.3 Mobilnost kao usluga - MaaS.....	103
13.3.1 Potencijalne nepredviđene implikacije MaaS koncepta.....	105
13.3.2 Primeri MaaS.....	106
14 Mikromobilnost.....	107
14.1 Uvod.....	107
14.2 Multi dimenzionalnost mikromobilnosti.....	107
14.2.1 Aspekt mobilnosti.....	107
14.2.2 Infrastrukturni aspekt.....	108
14.2.3 Aspekt bezbednosti saobraćaja.....	108
14.2.4 Zakonodavni aspekt.....	109
14.2.5 Ekonomski aspekt.....	109
14.2.6 Ekološki aspekt.....	109
14.2.7 COVID-19 aspekt.....	110
14.2.8 Društveni aspekt.....	110
14.3 Uticaj mikromobilnosti na vidovnu raspodelu kretanja.....	110
14.3.1 Analiza postojećeg stanja mikromobilnosti u Beogradu.....	110
14.3.2 Spremnost korisnika da koriste mikromobilnost pri različitim scenarijima.....	111
14.4 Električna mikro prevozna sredstva.....	112
14.4.1 Električni trotinet.....	113
14.4.2 Bicikl.....	114
14.4.3 Hoverboard.....	115
14.4.4 Skateboard longbord i roleri.....	115
14.4.5 Električni mikro automobili.....	115

15 Analiza vremenskog i prostornog tarifiranja	117
15.1 Uvod	117
15.2 Metodologija	118
15.3 Rezultati	118
15.3.1 Rezultati analize DB koncepta naplate putarine.....	118
15.3.2 Rezultati analize TB koncepta naplate putarine	120
15.3.3 Analiza DB u odnosu na TB koncept naplate putarine.....	120
15.3.3.1 DB u odnosu na TB koncept na osnovu analize stavova korisnika	120
15.3.3.2 DB u odnosu na TB koncept na osnovu izračunatih MAP vrednosti	122
15.4 Diskusija i zaključci	122
16 Spremnost za plaćanje putarine	124
16.1 Više dimenzionalnost naplate putarine	124
16.1.1 Ekonomska dimenzija	124
16.1.2 Društveno-politička dimenzija.....	125
16.1.3 Dosadašnje preporuke za prihvatljivost naplate putarine	126
16.2 Metodologija	127
16.3 Rezultati	129
16.3.1 Deskriptivna statistika	129
16.3.2 Studentov T-test.....	136
16.3.3 ANOVA test.....	136
16.3.4 Binarna logistička regresija.....	137
16.3.5 Regresiona analiza	139
16.4 Diskusija i zaključci analize WTP i MAP.....	141
17 Vrednovanje tehnologija putarine	142
17.1 Metodološki pristup	142
17.1.1 PROMETHEE metod.....	144
17.2 SWOT analiza različitih tehnologija putarine	146
17.3 Višekriterijumska analiza	148
17.3.1 Određivanje liste kriterijuma	148
17.3.2 Određivanje težina kriterijuma	148
17.3.3 Primena Promethee metode.....	148
17.4 Rezultati rangiranja i diskusija	148
17.4.1 Analiza osetljivosti	150
17.4.2 Zaključak.....	150

18 Finansijska Cost Benefit Analiza naplate putarine	151
18.1 Uvod	151
18.2 Društveno ekonomska Cost Benefit Analiza	151
18.3 Finansijska Cost Benefit Analiza	152
18.4 Metodologija finansijske analize troškova i koristi	153
18.5 Analiza osetljivosti	153
18.6 Parametri finansijske analize troškova i koristi	153
18.6.1 Diskontna stopa	153
18.6.2 ROI - zarada na investirano	153
18.6.3 Odnos između prihoda i troškova	153
18.6.4 Finansijska neto sadašnja vrednost	154
18.6.5 Period povrata uloženog kapitala	154
18.7 Definisanje postupka utvrđivanja troškova i prihoda	154
18.7.1 Analiza troškova autoputa	156
18.7.2 Analiza troškova sistema putarine	156
18.7.2.1 Analiza CAPEX troškova	156
18.7.2.2 Analiza OPEX troškova	156
18.7.2.3 Analiza REPEX troškova	157
18.7.3 Analiza prihoda	157
18.7.3.1 Prihodi od putarine	157
18.7.3.2 Ostali prihodi	158
Lista tabela	159
Lista slika	160
Literatura	163
Beleška o autorima	173

Lista skraćenica

3G	Treća generacija tehnologije mobilnih telefona
4G	Četvrta generacija tehnologije mobilnih telefona
5G	Peta generacija tehnologije mobilnih telefona
ACM	Uređaji za naplatu putarine na kovanice (Automated Coin Machine)
AHS	Automatizovani putni sistem (Automated Highway Systems)
ALPR	Automatsko prepoznavanje registarskih oznaka (Automatic License Plate Recognition)
ANPR	Automatsko prepoznavanje registarskih oznaka (Automatic Number Plate Recognition)
ASECAP	Udruženje Evropskih koncesionara (Association of European tolling companies)
ATMS	Napredni sistemi za upravljanje saobraćajem (Advanced Traffic Management systems)
AVI	Automatska identifikacija vozila (Automatic vehicle identification)
B/C	Odnos Korist/trošak (B/C Benefit/Cost)
BCR	Odnos koristi i troškova (BCR Benefit/Cost Ratio)
CBA	Analiza troškova i koristi (Cost Benefit Analysis)
DCF	Diskontovani novčani tokovi DNT (Discounted Cash Flows)
C2C	Komunikacija automobil-automobil (Car to car)
CALM	Komunikacioni pristup zemaljskim mobilnim uređajima (Communications access for land mobiles)
CAPEX	Kapitalni rashodi (Capital Expenditure)
CN	Mobilne mreže (Cellular Network)
CP	Naplata zagušenja (Congestion Pricing)
CPR	Automatsko prepoznavanje registarskih oznaka (Car Plate Recognition)
CZ	Centralna zona (Central zone)
DB	Zasnovano na pređenom putu (Distance based)
DSRC	Namenska komunikacija kratkog dometa (Dedicated Short Range Communication)
EC	Evropska komisija (European Commission)
EETS	Evropski elektronski servis putarine (European Electronic Toll Service)
EFC	Elektronska naplata putarine (Electronic Fee Collection)
EIA	Procena uticaja na životnu sredinu PUŽS (Environmental Impact Assessment)
ENPV	Ekonomska neto sadašnja vrednost (Economic Net Present Value)
FNPV	Finansijska neto sadašnja vrednost FNPV (Financial Net Present Value)

EIRR	Ekonomska interna stopa rentabilnosti FIRR (Economic Internal Rate of Return)
ETSI	Evropski institut za standarde Telekomunikacije (European Telecommunications Standards Institute)
ETC	Elektronska naplata putarine (Electronic Toll Collection)
ERP	Elektronska naplata putarine (Electronic Road Pricing)
EFC	Elektronska naplata putarine (Electronic Fee Collection)
EU	Evropska unija (European Union)
FIRR	Finansijska interna stopa rentabilnosti FIRR (Financial Internal Rate of Return)
GDP	Bruto domaći proizvod BDP (Gross Domestic Product)
Gbps	Gigabita u sekundi (Gigabits per second)
GIS	Geografski informacijski sistem (Geographic Information System)
GLONASS	Globalni sistem za navigaciju (Globalnaia Navigatsionnaia Sputnikovaia Sistema)
GNSS	Globalni navigacioni satelitski sistem (Global Navigation Satellite System)
GPRS	Komunikacioni servis sa brzinom prenosa podataka od 56 do 114 Kbps (General Packet Radio Service)
GPS	Globalni sistem za pozicioniranje (Global Positioning System)
GSM	Globalni sistem za mobilne komunikacije (Global System for Mobile communication)
IFI	Međunarodne finansijske institucije MFI (International Financial Institution)
HOT	Saobraćajna traka za visoko popunjena vozila (High Occupancy and Toll lane)
HOV	Visoko popunjena vozila (High-Occupancy Vehicle)
IBTTA	Međunarodno udruženje naplatilaca korišćenja infrastrukture (International Bridge, Tunnel and Turnpike Association)
ISO	Međunarodna organizacija za standarde (International Organization for Standardization)
ITS	Inteligentni transportni sistemi (Intelligent Transport Systems)
Kbps	Kilobita u sekundi (Kilobits per second)
LAN	Lokalna mreža (Local Area Network)
LBS	Lokacijski bazirani servis (Location-Based Services)
MAP	Maksimalno prihvatljiva cena (Maximum Acceptable Price)
MaaS	Mobilnost kao usluga (Mobility as a Service)
MC	Krediti Mobilnosti (Mobility credits)
MCA	Više-kriterijumska analiza (Multi-Criteria Analysis)
MCDM	Više-kriterijumsko vrednovanje (Multiple Criteria Decision Making)
Mbps	Megabita u sekundi (Megabits per second)
MLFF	Više-tračni slobodni protok (Multi Lane Free-Flow)

MLPR	Mobilni čitač registarskih oznaka (Mobile License-Plate Reader)
NFC	Komunikacija na malim razdaljinama (Near Field Communication)
OBD	On-board dijagnostika (On-Board Diagnostic)
OBU	On-board uređaj TAG (On-Board Unit)
OBE	Oprema u vozilu (On-Board Equipment)
OCR	Optičko prepoznavanje karaktera (Optical Character Recognition)
O/D	Izvor/Cilj I/C (Origin/Destination)
O&M	Rad i održavanje (Operations & Maintenance)
OpEx	Operativni troškovi (Operational Expenditure)
ORT	Otvoreni sistem putarine (Open Road Tolling)
POST-PAID	Režim naknadnog plaćanja putarine (Post Paid)
PPP	Javno privatno partnerstvo JPP (Public Private Partnership)
PRE-PAID	Režim plaćanja putarine unapred (Pre Paid)
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)
RCI	Interoperabilnost putarine (Road charging interoperability)
R & D	Istraživanje i razvoj (Research and Development)
RF	Radio Frekvencija (Radio Frequency)
RFID	Identifikacija putem Radio Frekvencije (Radio Frequency Identification)
RSE	Oprema puta (Roadside Equipment)
SWOT	Analiza Prednosti Slabosti Šansi Pretnji (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats.)
TAG	Uređaj u vozilu
TB	Zasnovano na vremenu (Time Based)
TDP	Vreme udaljenost mesto (Time Distance Place)
TDM	Upravljanje transportnim zahtevima (Transport demand management)
TEN	Transevropske mreža (Trans European Network)
TEN-T	Trans Evropska mreža (Trans-European Transport Network)
ToR	Projektni zadatak (Terms of Reference)
V2I	Komunikacija vozilo infrastruktura (Vehicle to Infrastructure)
V2V	Komunikacija vozilo vozilo (Vehicle-to-Vehicle)
VLPR	Prepoznavanje registarskih oznaka (Vehicle License-Plate Recognition)
VOC	Troškovi eksploatacije vozila (Vehicle operating costs)
VoT	Vrednost vremena (Value of Time)
WTA	Spremnost za prihvaćanje (Willingness To Accept)
WTP	Spremnost za plaćanje (Willingness To Pay)

Predgovor

Pisanje ove knjige ima za cilj da ublaži prazninu u naučno-stručnoj literaturi, kojom se analizira oblast plaćanja za korišćenje saobraćajne infrastrukture i upravljanja mobilnošću.

Osnovni razlog za neadekvatnu pokrivenost naučno-stručnom literaturom tretirane problematike leži u činjenici što ova tematika nije analizirana u Srbiji i u regionu. Takođe, u svetu se mali broj publikacija bavi ovom tematikom.

Od 18 poglavlja ove knjige, prva dva poglavlja posvećena su uvodu i istorijskom razvoju putarine, a u narednih 16 poglavlja centralna pažnja posvećena je organizacionoj šemi naplate putarine, metodama plaćanja, tehnologijama naplate putarine, kontroli naplate putarine, analizi izbegavanja naplate putarine, analizi bezbednosti sistema naplate putarine, analizi uticaja naplate putarine na okolinu, upravljanju mobilnošću-strategije, politike i mere, upravljanju mobilnošću primenom naplate zagušenja, upravljanju mobilnošću primenom mobilnih kredita, multimodalnoj mobilnosti, deljenoj mobilnosti i mobilnosti kao usluga-MaaS, mikromobilnosti, analizi vremenskog i prostornog tarifiranja, analizi spremnosti za plaćanje putarine, vrednovanju tehnologija putarine i finansijskoj cost benefit analizi naplate putarine.

Osim najzastupljenijih i najrasprostranjenijih tehnologija, izložene su tehnologije koje su manje zastupljene, odnosno tehnologije koje su tek u razvoju i tehnologije čiji je trend upotrebe u opadanju.

Izložene analize, zasnivaju se kako na relevantnoj naučno-stručnoj literaturi, tako i na iskustvu autora koje su stekli kroz izradu više studija i naučno-stručnih radova čiji su rezultati i analize korišćeni za potrebe ove knjige.

Sadržaju knjige su doprinele sledeće studije na kojima su autori radili:

- Study on Toll Collection Possibilities and System Design for Republic of Srpska Motorways, MottMacDonald, Atkins, WYG, 2012. [1],
- Strategija razvoja naplate putarine u Republici Srbiji, Institut Mihajlo Pupin i Institut SF; 2018.[2],
- Studija opravdanosti distribucije ENP preko ovlašćenih distributera, Institut Mihajlo Pupin i Institut SF; 2020.[3],
- Studija opravdanosti uvođenja zatvorenog sistema naplate putarine na obilaznici Beograda, JP „Putevi Srbije“, 2009. [4],
- Feasibility Study for new frontal toll station Vrčin on E-75 route Belgrade - Niš, Šidprojekt, 2015. [5],
- Studija opravdanosti izgradnje zatvorenog sistema putarine na delu Novi Sad-Subotica, Šidprojekt, 2016. [6],

- Study of arguments for upgrade of toll collection in Republic Serbia, Institut Saobraćajnog fakulteta, 1999. [7],

Sadržaj knjige je takođe baziran i na naučnim radovima koje su autori objavili na međunarodnim i domaćim konferencijama i časopisima [8], [9] [10][10]-[17].

Ova knjiga ima direktnu primenu u analizi funkcionisanja postojećih tehnologija putarine, u odabiru optimalne tehnologije za putarinu i za naplatu zagušenja, kao i za definisanje strategija upravljanja mobilnošću.

Ova publikacija je namenjena stručnjacima različitih profila koji se bave problematikom upravljanja mobilnošću i vrednovanja infrastrukturnih objekata sa komercijalnog aspekta. Pre svega je namenjena inženjerima saobraćaja, kao i ekonomistima, građevincima i drugim strukama čija se aktivnost obavlja na fakultetima, projektnim organizacijama za putno i saobraćajno inženjerstvo, upravama za puteve i ostalim stručnjacima.

Ova knjiga ima edukativnu ulogu u širenju lepeze naučnih i stručnih znanja iz oblasti komercijalne eksploatacije i upravljanja putnom infrastrukturom.

Knjiga je prvenstveno namenjena studentima Saobraćajnih fakulteta na osnovnim i master studijama.

