

Drago Pupavac*
Robert Maršanić**

UDK 625.712.63
JEL Classification R41, L92
Pregledni članak

OSNOVNE POSTAVKE OPTIMIZACIJE GRADSKIH PARKIRALIŠNIH KAPACITETA

Optimizacija parkirališnih kapaciteta osobito je važna za gradove u kojima su u gradskome središtu najviše koncentrirani javni, poslovni, turistički i trgovački sadržaji, a slična je situacija i u drugim dijelovima grada u kojima postoji izražen nedostatak parkirališnih mjesta. U skladu s time u ovoj se raspravi koncizno razrađuju specifičnosti ponude i potražnje za parkirališnim kapacitetima, prikazuju postojeći teorijski modeli za usklađivanje ponude i potražnje za parkirališnim kapacitetima i prikazuju matematički primjeri za analizu učinkovitosti i djelotvornosti korištenja parkirališnih kapaciteta. Spoznaje navedene u ovoj raspravi osnovne su postavke za učinkovitije upravljanje parkirališnim sustavom i za optimalno dimenzioniranje parkirališnih kapaciteta u gradskim središtima.

Ključne riječi: parkirališni kapaciteti, iskorištenje, učinkovitost, optimizacija

1. Uvod

Optimizacija gradskih parkirališnih kapaciteta jedan je od suvremenih fenomena u prometu i važan predmet istraživanja urbane ekonomike. Nedo-

* D. Pupavac, dr.sc., profesor visoke škole na Veleučilištu u Rijeci, (drago.pupavac@veleri.hr)

** R. Maršanić, dr.sc., Rijeka promet, d.d., (marsanic@rijekapromet.hr).

Rad je primljen u uredništvo 15. 04. 2010.

voljna istraženost toga fenomena najčešće rezultira potkapacitiranošću ili prekapacitiranošću parkirališta. U prvome slučaju postoji velika nezadovoljena potražnja koja rezultira gužvama na gradskim prometnicama, točnije velikim brojem vozila koja kruže gradom u potrazi za slobodnim parkirnim mjestom, a u drugome slučaju poduzeća koja upravljaju parkiralištima ne koriste optimalno parkirališne kapacitete, što produžava vremensko razdoblje povrata investicija i obeshrabruje druge potencijalne privatne investitore za ulazak na ovaj segment tržišta. Prekapacitiranost parkirališta ukazuje i na neoptimalno korištenje gradskoga prostora kao oskudnoga resursa i na visoke oportunitetne troškove. Optimalnim dimenzioniranjem novih, i kvalitetnijim iskorištavanjem postojećih parkirališnih kapaciteta moguće je riješiti taj problem. Da bi se problem riješio i da bi se dokazala postavljena hipoteza, primijenjene su metode mikroekonomske i statističke analize i matematička metoda.

2. Specifičnosti ponude i potražnje za parkirališnim prostorom

Ponuda parkirališnih kapaciteta označuje broj parkirnih mjesta koja se nude ili stoje na raspolaganju na određenom geografskom prostoru u određeno vrijeme. Potražnja za parkirališnim kapacitetima ukupnost je zahtjeva za određenim brojem parkirnih mjesta uz definiranu cijenu parkiranja u određeno vremensko razdoblje. Potražnja za uslugama parkiranja jedna je od osnovnih determinanti za formiranje ponude parkirališnih kapaciteta.

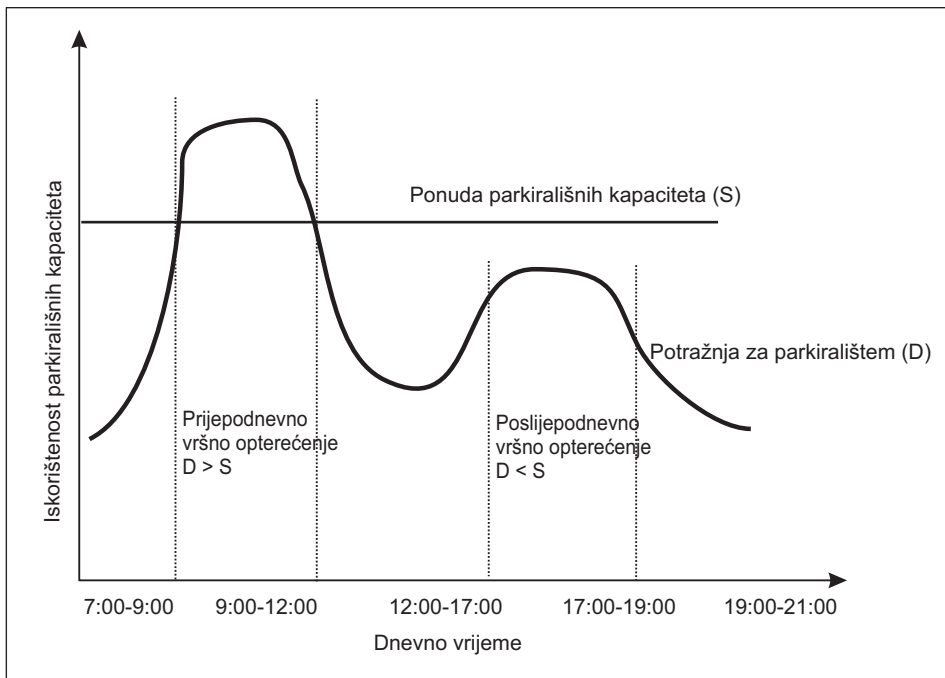
Nedostatak parkirnih mjesta najizrazitiji je u gradskim središtima, gdje su koncentrirani javni, poslovni, turistički i trgovački sadržaji. To upućuje na činjenicu da je potražnja za parkirališnim prostorom izvedena potražnja. Izmještanjem poslovnih subjekata izvan središta grada pridonosi se smanjenju potražnje za parkingom. Urbana ekonomika izborom lokacije za tvrtke i kućanstva na području grada izravno određuje mogućnost optimizacije korištenja parkirališnih kapaciteta. Specifičnost prometne ponude parkirališnih kapaciteta proizlazi i iz činjenice da gradske vlasti izravno određuju cijenu parkinga za kratkotrajne korisnike i cijenu mjesečnih povlaštenih parkirališnih kartica. Ova konstatacija vrijedi za gradska komunalna poduzeća kojih je djelatnost naplata parkiranja. Povećanjem cijene parkiranja destimulira se potražnja za parkingom, a zbog slabe elastičnosti potražnje povećavaju se prihodi gradskih komunalnih poduzeća koja upravljaju parkiralištima. Ponuda parkirališnih kapaciteta veoma se sporo prilagođuje oscilacijama potražnje za parkiranjem. Diferenciranjem cijena i izgradnjom višeetažnih garažnih objekata što ih grade privatni investitori, gradska komunalna poduzeća ili privatno-javnim partnerstvom pridonosi se kvantitativnom poboljšanju ponude. Primjenom telematike u gradskome prometu

omogućuje se kvalitativno poboljšanje ponude. Razvijaju se sustavi upravljanja i upućivanja vozača prema slobodnim parkirališnim mjestima, a time se smanjuju prometna zagušenja i gubici vremena za traženje slobodnoga parkirnoga mjesta i poboljšava se iskorištenje postojećih parkirališnih kapaciteta.

Međuodnos ponude i potražnje za parkirališnim kapacitetima u gradovima zorno je predočen grafikonom 1.

Grafikon 1:

MEĐUODNOS PONUDE I POTRAŽNJE ZA PARKIRALIŠNIM KAPACITETIMA U GRADOVIMA



Izvor: izračun autora

Bitne ekonomske značajke ponude parkirališnih kapaciteta proizlaze i iz dugoga životnoga vijeka garažnih objekata ili parkirališnoga prostora kao dijela gradske prometne infrastrukture, iz visokih investicija i iz dugoga roka povrata. Za ponudu parkirališnih kapaciteta promatrano u kratkome roku može se ustvr-

diti da je neelastična. Dugi je rok definiran razdobljem u kojemu se mogu izgraditi novi garažni objekti ili organizirati novi parkirališni prostori na kojima se može ostvariti dodatna ponuda parkirališnih mjesta. Da bi osigurali što veći broj parkirališnih mjesta mnogi europski gradovi prisiljeni su tražiti rješenje u izgradnji skupih podzemnih garažnih objekata. U načelu, dugi rok traje toliko vremena koliko je potrebno da se izgradi i osposobi garažni objekt za uporabu. Kapacitete parkirališnih kapaciteta karakterizira i nemogućnost alternativne upotrebe.

Općenito promatrano i potražnja za parkiralištem neelastična je. Ova tvrdnja vrijedi unatoč činjenici da zbog visoke cijene parkiranja u pojedinim garažama redovito ima slobodnih mjesta. Iskustva pokazuju da se ukupna potražnja ne smanjuje, nego da se povećava broj vozila koja kruže gradom u potrazi za slobodnim parkirnim mjestom na jeftinijim parkiralištima ili se povećava broj neregularno parkiranih vozila. Nedovoljna elastičnost ponude i potražnje za parkingom upućuje gradske vlasti na poduzimanje ekonomskih (uvođenjem visokih pristojbi za ulazak vozila u središte grada) i neekonomskih mjera regulacije (zabrana ulaska vozila u središte grada).

3. Usklađivanje ponude i potražnje parkirališnih kapaciteta

Za izračun potrebnoga broja parkirnih mjesta u gradskim središtima potrebno je uzeti u razmatranje brojne čimbenike koji ne moraju biti isti za svaki grad. Čimbenici kao što su: koncentracija stambenih objekata u gradskome središtu, koncentracija različitih atraktivnih sadržaja u središnjem dijelu grada, stupanj razvijenosti javnoga gradskoga prometa, prostorni raspored trgovačkih i uslužnih sadržaja i sadržaja opće namjene, razlog su za dolazak vozila u središte grada i značajno utječu na dimenzioniranje potrebnoga broja parkirališnih mjesta.

Postoji nekoliko teorijskih metoda za određivanje potrebnoga broja mjesta za parkiranje u gradskim središtima, od njih se navode važnije:

1) Prema stupnju motorizacije – broj potrebnih mjesta za parkiranje u gradskom središtu određuje se tako da se na 5 do 8 registriranih osobnih vozila osigura jedno mjesto za parkiranje, tj.

$$P = \frac{E}{k \times D} \quad (1)$$

¹ Formule (1) i (2) preuzete su iz Cerovac, V. (2001.)

gdje je:

P – potreban broj parkirališnih i garažnih mjesta u gradskome središtu

E – broj stanovnika grada

k – koeficijent koji ovisi o gradskim prilikama i kreće se u rasponu od 5 do 8. Ovim se koeficijentom opisuje razvijenost javnoga gradskoga prijevoza u odnosu na ukupan broj putovanja. Koeficijent vrijednosti 8 opisuje gradove s razvijenim i organiziranim sustavom javnoga gradskoga prijevoza, a koeficijent vrijednosti 5 opisuje slabo razvijen i korišten javni gradski prijevoz (u načelu se njime koriste oni koji nemaju mogućnost korištenja osobnog vozila)

D – stupanj motorizacije (broj stanovnika na jedno vozilo ili broj vozila na 1 000 stanovnika)

2) Prema broju stanovnika grada – na svakih 100 stanovnika u gradskome središtu osigurava se jedno do dva mjesta za parkiranje i garažiranje.

3) Prema broju motornih vozila koja ulaze u tijeku dana u središte grada – za 7 % do 9 % vozila koja ulaze u središte grada osigurava se parkirališni prostor.

4) Prema površini središnjega dijela grada – broj potrebnih mjesta za parkiranje u gradskome središtu određuje se tako da se na jedan hektar površine središnjega dijela grada osigura 60 do 100 mjesta, tj.

$$P = S \times n \quad (2)$$

gdje je:

S – površina središnjega dijela grada u hektarima

n – broj parkirališnih mjesta (60 do 100).

5) Prema namjeni izgrađenih objekata – u svijetu se koriste različiti normativi za procjenu broja parkirališno-garažnih mjesta u odnosu na namjenu izgrađenog objekta.

4. Učinkovitost korištenja parkirališnih kapaciteta

Kapaciteti ponude parkiranja izražavaju se brojem parkirnih mjesta. Potrebno je napraviti razliku među statičkim i dinamičkim kapacitetom parkirališta. Statički kapacitet izražen je brojem vozila koja mogu biti parkirana u isto vrijeme (istodobno), a dinamički kapacitet ukupnim brojem vozila koja se mogu parkirati na parkiralištu u promatranj jedinici vremena (primjerice, u jednome danu). Ako je

statički kapacitet parkirališta 458 parkiranih mjesta, radno vrijeme parkirališta 14 sati i prosječno vrijeme izmjene vozila na jednome parkirnome mjestu dva sata, to znači da je dinamički kapacitet parkirališta 3 206 vozila na dan. Dinamički se kapacitet može povećati skraćivanjem vremena izmjene vozila na parkirnome mjestu, što se u praksi provodi vremenskim ograničavanjem trajanja parkiranja.

Dok se potražnja za parkirališnim prostorom na gradskome prometnome tržištu povećava brže od ponude, gradska će prometna poduzeća težiti povećanju svoje ponude. Budući da su ograničene mogućnosti prizemnoga parkiranja, rješenja su, dakako, i garažno-parkirališni objekti. Tako se i u ovome segmentu prometnoga tržišta razvila konkurencija, i to prije svega među gradskim komunalnim poduzećima koja pružaju uslugu naplate parkiranja i privatnim investitorima koji su spremni uložiti svoj kapital u djelatnost parkiranja. Gradsko prometno tržište parkirališnoga prostora odlikuje oligopolna tržišna struktura. Oligopol je takvo stanje na tržištu na kojemu ponudu formira mali i ograničen broj ponuđača. Niže cijene parkiranja monopolističkih gradskih komunalnih poduzeća (čiju visinu određuju gradske vlasti) zbog nemogućnosti povećanja ponude ne mogu prisiliti privatne investitore na jednako sniženje cijene. Tako privatni investitori naplaćuju parkirališne usluge po višoj cijeni i zadržavaju svoj dio tržišta. Zbog velike se potražnje za parkirnim mjestima privatni investitori veoma često ponašaju poput monopolista, i to tako da nastoje što veću dobit osigurati visokom razinom cijene parkinga, a ne boljim korištenjem kapaciteta vlastitih parkirališta. Takva im politika osigurava visoku dobit, ali je posljedica nezadovoljstvo građana i veliki broj vozača na gradskim prometnicama u potrazi za jeftinijim parkingom. Dalje, neiskorištenost kapaciteta privatnih investitora može djelovati destimulirajuće na ulazak novih investitora na ovaj segment tržišta. Ugroženost mogućnošću konkurencije privatni investitori mogu spriječiti povećanjem ponude ili čak traženjem podrške od javnosti. Traženje podrške od javnosti oni mogu zasnivati na oskudnosti gradskog prostora i sukladno s time, na sprječavanju izgradnje (nepotrebnih), usporednih parkirališnih kapaciteta.

Ponudu parkirnih mjesta na gradskome prometnom tržištu karakterizira veliki udio fiksnih troškova u ukupnim troškovima poslovanja poduzeća koja se bave uslugama parkiranja. Tako je stupanj iskorištenosti parkirališnih kapaciteta odlučujući čimbenik učinkovitosti i djelotvornosti poslovanja poduzeća koja se bave pružanjem usluge parkiranja. Zato se iskorištenost kapaciteta parkirališta može iskazati kao odnos veličine kapaciteta kao potencijalne mogućnosti (zauzetost svih parkirališnih mjesta u tijeku radnoga vremena - ΣPM) i ostvarene realizirane zauzetosti parkirnih mjesta u tijeku radnoga vremena parkirališta (ΣZM).

Prosječna zauzetost parkirališnih mjesta u tijeku dana na parkiralištu može se izračunati uz pomoć slijedećega izraza:

$$\sum ZM = \lambda \times \frac{t_0}{T} \quad (3)$$

$\sum ZM$ - prosječan broj zauzetih parkirališnih mjesta u tijeku dana

λ - prosječan broj vozila koja u tijeku dana uđe na parkiralište

t_0 - prosječno vrijeme parkiranja jednoga vozila (sati)

T - ukupno dnevno vrijeme rada parkirališta (sati)

Sada je moguće izračunati prosječnu iskorištenost kapaciteta (UP) parkirališta:

$$UP = \frac{\sum ZM}{\sum PM} \times 100 \quad (4)$$

Prosječnu iskorištenost kapaciteta moguće je izračunati i stavljanjem u omjer prosječnoga broja vozila koja u tijeku dana uđu na parkiralište i dinamičkoga kapaciteta parkirališta (DM).

$$UP = \frac{\lambda}{\sum DM} \times 100 \quad (5)$$

Unatoč činjenici da se u jednome satu na jednome parkirnome mjestu može izmijeniti više vozila (teorijski kapacitet), poduzeća koja upravljaju parkiralištima teško mogu ostvariti 100 % iskorištenost, bilo statičkoga, bilo dinamičkoga kapaciteta.

Čini se primjerenim koristiti se navedenom formulom (3) samo za parkirališta na kojima se ne ostvaruje pravo na povlašteno parkiranje (stanari i tvrtke na području naplate parkinga). Ta činjenica, osobito sa stajališta gradskih komunalnih poduzeća, upućuje na potrebu uvođenja u razmatranje i pojma djelotvornoga kapaciteta parkirališta ($\sum EM$). Djelotvoran je kapacitet parkirališta onaj kapacitet koji se može ostvariti uz postojeća ograničenja u poslovanju. Taj je kapacitet obično manji od ukupnoga kapaciteta, a to je zbog činjenice da je značajan postotak parkirnih mjesta zauzet stalnim pretplatnicima (stanari i tvrtke - N), što smanjuje mogućnost izmjenjivanja većega broja vozila na jednome parkirnome mjestu, osobito u vrijeme prijedodnevna vršnoga opterećenja. Pretpostavka je da se ovi automobili zadržavaju na parkingu prosječno $t_1 = 8$ radnih parkirališnih sati. To je i pravi razlog zbog kojega se u vršnim razdobljima stvaraju velike kolone čekanja na ulazu u zatvorena parkirališta ili se povećava broj vozila koja kruže gradskim prometnicama u potrazi za slobodnim parkirnim mjestom.

Djelotvoran se kapacitet parkirališta može izračunati uz pomoć slijedećega izraza:

$$\sum EM = \sum PM - \frac{N \times t_1}{T} \quad (6)$$

Tako je, primjerice, prema evidenciji Sektora parkirališta TD Rijeka promet u gradu Rijeci u godini 2008., pravo na parkirališnu karticu (stanari i tvrtke na području naplate parkiranja - tarifa povlaštene kartice za stanare je 40 kuna mjesečno, ili 1,29 kuna dnevno) ostvarilo 3.185 vozila. Budući da od toga broja samo 55 vozila ostvaruje povlašteno parkiranje u garažnome objektu privatnoga investitora, proizlazi da je čak 73,05 % ukupnih kapaciteta (4.291 parkirno mjesto) koja su pod ingerencijom i naplatom TD Rijeka promet zauzeto dugotrajnim korisnicima, tj. da je svakoga trenutka radnoga vremena parkirališta zauzeto 1.791 mjesto dugotrajnim korisnicima. To znači da je djelotvoran kapacitet parkirališta pod ingerencijom TD Rijeka promet oko 2.500 (4.291 - 1.791) parkirnih mjesta.

Učinkovitost korištenja djelotvornoga kapaciteta može se izračunati po formuli

$$UE = \frac{(\lambda - N) \times t_0}{\sum EM} \quad (7)$$

To ne znači da se ne moraju poštovati potrebe stanovnika gradskih središta, dapače, ali se ne smije smetnuti s uma moć prikupljenoga novca od naplate parkiranja. Kružni tok novca prikupljenoga od naplate parkiranja mora teći od korisnika do njih istih (Korisnik → Gradski promet → Korisnik), da bi taj novac bio iskorišten za kvantitativno i kvalitativno unapređenje ponude parkirališnih kapaciteta, da bi se poboljšale gradske prometnice, unaprijedila organizacija gradskoga prometa i u konačnici gradski promet u svim svojim segmentima učinio učinkovitijim i jeftinijim na zadovoljstvo svih građana.

Realna (stvarna) zauzetost broja parkirališnih mjesta može se izračunati uz pomoć slijedećega izraza

$$\sum RP = \frac{(\lambda - N) \times t_0}{T} + \frac{N \times t_1}{T} \quad (8)$$

U skladu s time, realna se (stvarna) učinkovitost korištenja kapaciteta parkirališta izračunava uz pomoć slijedećega izraza:

$$UR = \frac{\sum RP}{\sum PM} \quad (9)$$

Numerički primjer

Na osnovi statističkih podataka TD Rijeka promet u godini 2009., na parkiralište "Delta" (jedno od najvažnijih gradskih zatvorenih parkirališta u Rijeci, 458 parkirnih mjesta) pristizalo je prosječno 1.569 vozila dnevno. Radno je vrijeme parkirališta 14 sati, a prosječno je trajanje parkiranja vozila dva sata. Prosječno trajanje parkiranja izračunano je kao omjer ukupnih prihoda i broja naplaćenih parkirnih kartica. Broj dugotrajnih korisnika iznosi 350 i oni se u prosjeku koriste parkirnim mjestom 8 radnih sati parkirališta.

Primjenom formule (3) dobiva se da je prosječan broj zauzetih parkirališnih mjesta na ovome parkiralištu u tijeku dana 224. Primjenom formule (4) dobiva se da je prosječna iskorištenost parkirališnih kapaciteta 48,9 %. Isti se rezultat za prosječnu iskorištenost parkirališnih kapaciteta dobiva i primjenom formule (5). Djelotvoran kapacitet parkirališta dobiva se primjenom formule (6) i iznosi $458 - 200 = 258$ parkirnih mjesta. Učinkovitost korištenja djelotvornoga kapaciteta dobiva se primjenom formule (7) i iznosi 67,44 %. Realna (stvarna) zauzetost broja parkirališnih mjesta u tijeku dana dobiva se primjenom formule (8) i iznosi $174 + 200 = 374$ parkirno mjesto. Sukladno s time, primjenom formule (9) izračunava se realna (stvarna) učinkovitost korištenja kapaciteta parkirališta od 81,65 %.

5. Zaključak

Rješenje problema parkiranja u gradskim središtima zahtijeva interdisciplinarni pristup koji sagleda sve aspekte prometnih potreba, očuvanja prostora grada, zaštite okoliša i ekonomske prihvatljivosti mogućih rješenja. Optimizacijom parkirališnih kapaciteta želi se izbjeći potkapacitiranost ili prekapacitiranost, točnije želi se postići što veća djelotvornost iskorištenosti. U praksi je veoma teško odrediti i dimenzionirati optimalni broj parkirališnih mjesta zbog oscilacija potražnje uvjetovanih neravnomjernim pristizanjem vozila u središte grada i nejednakim trajanjem parkiranja. Optimalni je broj parkirališnih mjesta onaj koji pruža korisnicima primjerenu razinu usluge parkiranja (sa što manje čekanja ili traženja slobodnoga parkirnog mjesta), a poduzećima koja pružaju uslugu parkiranja zadovoljavajuće prihode. Za usklađivanje ponude i potražnje parkirališnih kapaciteta u gradskim središtima osobito su važne metode: 1) prema stupnju motorizacije, 2) prema broju stanovnika, 3) prema broju motornih vozila koja ulaze u tijeku dana u središte grada, 4) prema površini središnjega dijela grada, 5) prema namjeni objekata.

Sa stajališta poduzeća koja pružaju uslugu parkiranja nastoji se da stupanj iskorištenosti bude što veći, da teži maksimumu. Da bi djelotvornost toga

iskorištenja, a time i prihodi od naplate parkiranja bili što veći, potrebno je poznavati razliku među statičkim, dinamičkim i efektivnim kapacitetom parkirališta, točno izmjeriti djelotvornost korištenja svakoga od navedenih kapaciteta i odrediti realnu (stvarnu) zauzetost parkirališnih mjesta u tijeku dana i u skladu s time, odrediti realnu (stvarnu) djelotvornost korištenja kapaciteta parkirališta. Da bi se u tome i uspjelo, prijeko je potrebno istražiti i utvrditi sve relevantne teorijske značajke i čimbenike parkirališnoga sustava općenito, a posebno pratiti ponašanje korisnika postojećih parkirališnih kapaciteta uz pomoć ulaznih i izlaznih parametara.

LITERATURA

- Cerovac, V. (2001.). *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, ISBN 953-6790-53-X, Zagreb.
- Heizer, J., Render, B. (2004.). *Operations Management*, seventh edition, Pearson Prentice Hall, ISBN 0-13-120974-4, New Jersey.
- Maršanić, R. (2008.). *Parkiranje u turističkim destinacijama*, IQ Plus, d.o.o., ISBN 978-953-95705-1-2, Kastav.
- Pupavac, D. (2009.). *Načela ekonomike prometa*, Veleučilište u Rijeci, ISBN 978-953-6911-37-0, Rijeka.

BASIC PROPOSITIONS FOR OPTIMIZATION OF THE CITY PARKING CAPACITY

Summary

Optimization of parking capacity is particularly important for the cities where the public, business, tourist and shopping facilities are concentrated mostly in the city center. However, a similar situation exists in other parts of the city where there is a pronounced lack of parking spaces. Accordingly, the article elaborates specific supply and demand for parking facilities, reviews the existing theoretical models for the match between supply and demand for parking facilities, and presents a mathematical analysis of patterns of efficiency and effectiveness of use of parking facilities. The obtained results are the basic settings for the efficient management of the parking system and the optimal design of parking facilities in urban centers.

Key words: parking capacity, utilization, efficiency, optimalization