

MONITORING I REDOVNOST JAVNOG MASOVNOG PREVOZA U BEOGRADU

Srećko Babić, dipl. inž.
Trans Tex doo

Cilj ovog rada je da se razmotre tehnička rešenja za praćenje (monitoring) i upravljanje redovnošću vozila javnog masovnog prevoza (JMP) u Beogradu. Planirani transportni rad vozila JMP se dobija izradom reda vožnje. Red vožnje podrazumeva da su brzina, vreme putovanja i intervali sleđenja vozila konstantni. Ovi parametri saobraćaja realno su promenljivi između stanica, te uvek postoji odstupanje realizovanog reda vožnje od planiranog. Na stanicama, tada putnici čekaju kraće ili duže nego što je predviđeno redom vožnje.

U Beogradu, u zoni centralnog upravljanja saobraćajem (CUS), na samo 8,6% stanica prolazi 86% vozila JMP. Ova važna karakteristika sistema JMP ukazuje da stanice mogu biti objekti na kojima se vrši monitoring i upravljanje vozilima. Ova činjenica postaje važnija kada se zna da ovih 8,6% stanica može da bude u sistemu upravljanja saobraćajem ispunjavajući sve uslove real-time (RT) sistema. Svaka odluka o finansiranju rešenja kojim će se pravednije deliti budžetska sredstva prevoznicima u Beogradu mora da se zasniva na projektovanju optimalnog tehničkog rešenja.

Ključne reči: centralno upravljanje saobraćajem, monitoring vozila, upravljanje redovnošću vozilima JMP.

UVOD

Redovnost vozila u javnom masovnom prevozu (JMP) je eksploataciona karakteristika koja pokazuje da vozila na svaku stanicu dolaze u planiranim vremenskim intervalima. U nekim stručnim radovima i udžbenicima ova karakteristika zove se eksploataciona pouzdanost, iako se pojam pouzdanost obično vezuje za tehničku ispravnost vozila. Svakako, tehnička ispravnost vozila JMP utiče na redovnost pošto se isključivanjem vozila zbog kvara redovnost narušava. Cilj ovog rada je da razmotri tehnička rešenja kojima se obezbeđuje praćenje (monitoring) i upravljanje redovnošću vozila JMP isključujući razmatranje mogućih tehničkih neispravnosti.

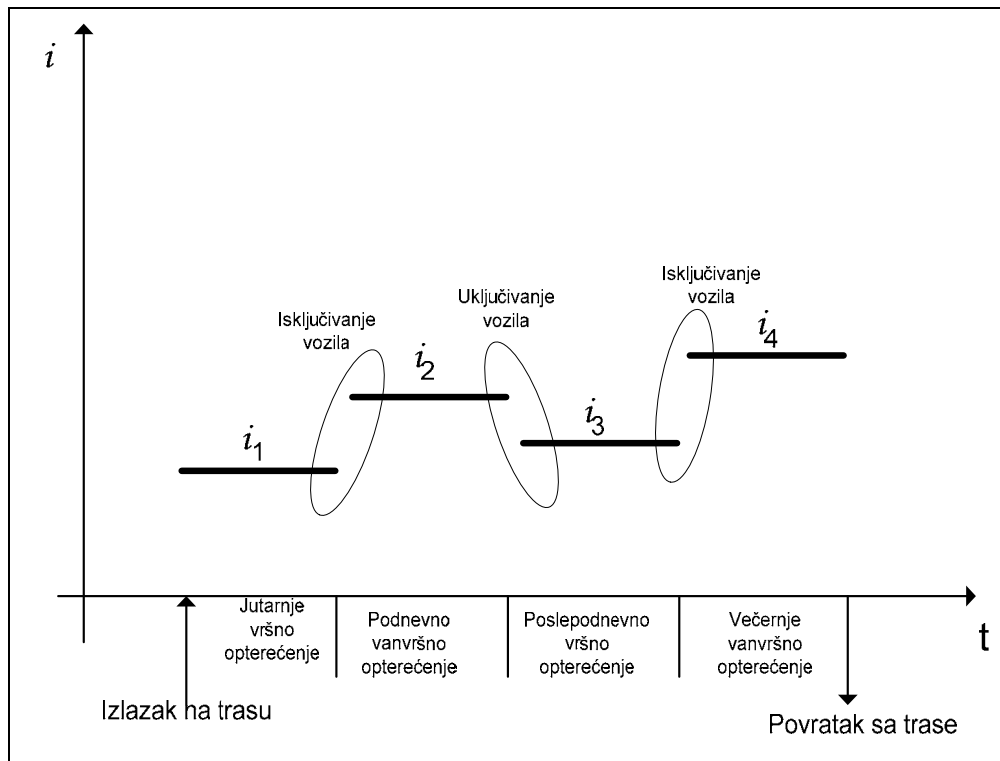
TEORIJSKI ASPEKT

Na osnovu podataka o tokovima putnika na datoj trasi, dužini linije, uzimajući u obzir delove grada koji generišu i privlače putovanja, proračunava se potreban broj vozila i formira se red vožnje. Red vožnje je planirani transportni rad vozila JMP. Izrada reda vožnje polazi od pretpostavke da su saobraćajno-eksploatacione karakte-

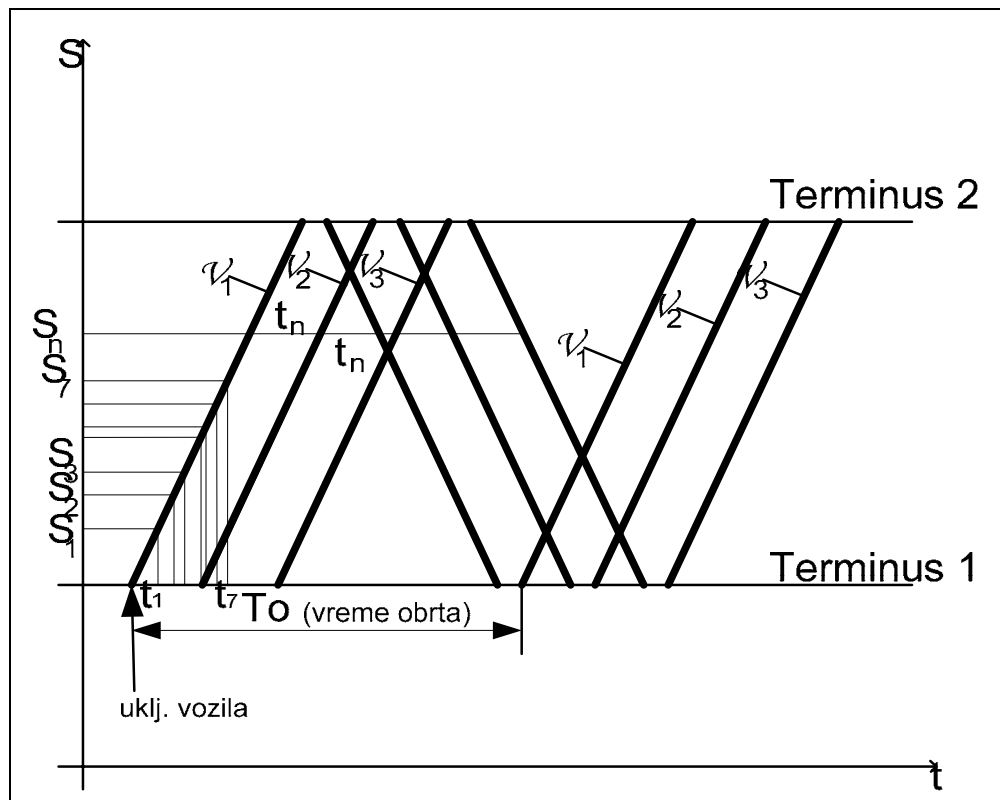
ristike trase linije - broj i vrsta ukrštanja, semaforizovane raskrsnice, bočne smetnje, promena poprečnog profila ulica i sl. – nepromenljivi na celoj relaciji terminus-terminus. Na osnovu ove pretpostavke, sledi da su brzine putovanja između svake stanice jednake, te izrada reda vožnje podrazumeva jednako kretanje, odnosno brzina i vreme putovanja su nepromenljivi od jednog do drugog terminusa. Takvo uprosečeno vreme putovanja između dva terminusa i nazad zove se vreme obrta, a deljenjem sa brojem vozila na datoj liniji dobija se interval sleđenja između vozila. Ovaj interval je nepromenjen dok se ne promeni broj vozila na datoj liniji. Menjanje intervala sleđenja obavlja se u relativno kratkom periodu vremena kada se vozila uključuju ili isključuju (Slika 1).

Planirani red vožnje podrazumeva da su intervali sleđenja nepromenljivi na svakoj stanici, odnosno da su na stanici S_n intervali između vozila v_1 i v_2 , v_2 i v_3 , ... jednaki (t_n) (Slika 2).

Prilikom izrade reda potrebno je uskladiti period uključivanja/isključivanja vozila tako da se promena intervala sleđenja izvrši ni skokovito ni rastegljivo, a da se pri tome ispoštuju zakonski propisi u vezi sa osmočasovnim ili sedmočasovnim radnim vremenom vozača, petodnevnom ili šestodnevnom radnom nedeljom i smenskim radom. Jedan od načina za takvo prilagođavanje je da se isključivanje/uključivanje vozila vrši na oba terminusa.



Slika 1: Teorijski intervali u redu vožnje



Slika 2: Teorijski red vožnje

Za putnike na stanicama, redovnost je kada čekaju onoliko vremena koliko je predviđeno redom vožnje. Stanice su one lokacije na trasi na kojima je svrsishodno meriti redovnost vozila JMP.

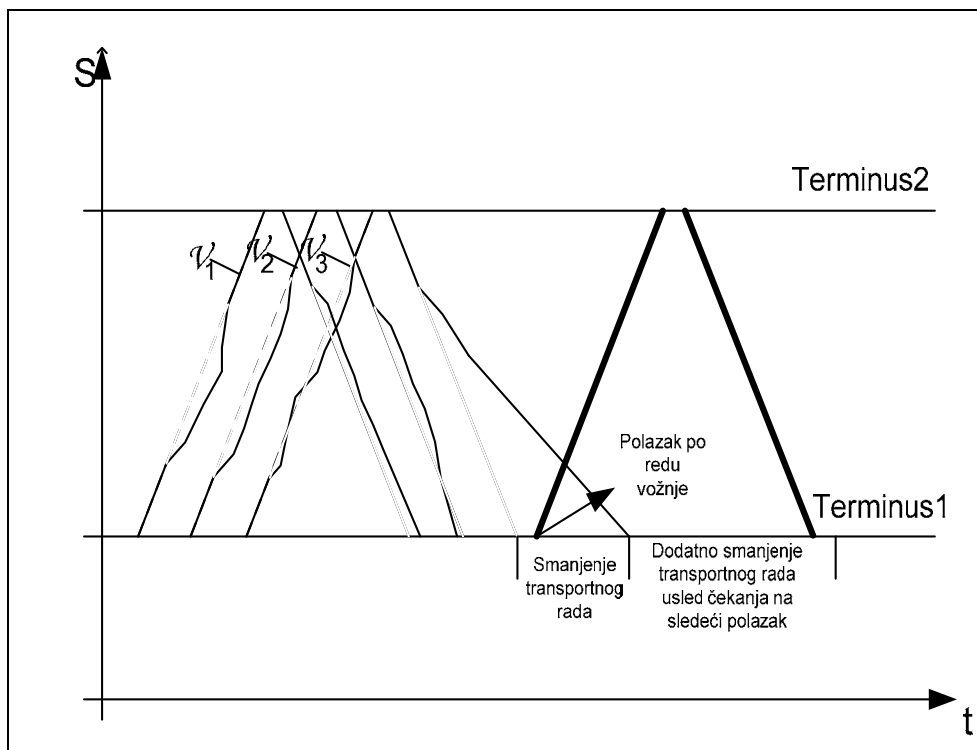
PRAKTIČNI ASPEKT

Odstupanje realizovanog reda vožnje od planiranog (Slika 3) se uvek dešava. Tada se stvarni intervali sleđenja vozila se razlikuju od planiranih. To znači da su brzine kretanja između stanica promenljive, te je i prosečna brzina različita.

Treba istaći da ni prevoznici, ni Direkcija za javni prevoz u Sekretarijatu za saobraćaj nemaju podatke o vremenima putovanja između stanica ni za bilo koju liniju JMP, te se dalji tok ovog teksta zasniva na pretpostavci da odstupanje

od planiranog reda vožnje nastaje na delu gde linija značajnije deli uslove kretanja sa ostalim saobraćajem.

U zoni centralnog upravljanja saobraćajem (CUS) u Beogradu, u kome će (prema /5/ i /6/) biti postavljena mreža optičkih kablova u cilju povezivanja 136 raskrsnica u centralizovani sistem, locirano je 197 stanica, što čini samo 8,6% od ukupnog broja stanica JMP. Ovih 197 stanica koriste 73 linije (12 tramvajskih, 8 trolejbuskih i 53 autobuske), i na njima prolazi 876 vozila GSP, što predstavlja 86% svih vozila u radu.



Slika 3: Realni red vožnje

Ovo je vrlo važna karakteristika JMP u Beogradu koja ukazuje da su stanice one lokacije na kojima se može vršiti monitoring i upravljanje vozilima. Kroz studiju opravdanosti trebalo bi doći do najboljeg rešenja, a ovde će biti navedeno nekoliko razloga "u korist stanica":

- svaka stanica, u realnom redu vožnje, nosi u sebi referentni podatak dijagrama put-vreme za sledeću stanicu;
- stanice predstavljaju izvor i cilj kretanja za sve putnike u sistemu JMP i moraju, barem one u centralnoj zoni, da budu opremljene rešenjima informacione tehnologije (IT) u cilju informisanja putnika;
- merenje transportnog rada se može vršiti i na delu trase (zona centralnog upravljanja

saobraćajem) uz strogo poštovanje pravila da se obrt završava na terminusu i uz strogo sankcionisanje prekršilaca;

- povezivanjem samo 8,6% stanica u visoko raspoloživ komunikacijski sistem upravljanja saobraćajem bilo bi obuhvaćeno 86% svih vozila u radu.

Svako rešenje za monitoring i upravljanje redovnošću vozila JMP podrazumeva upotrebu rešenja Informacione Tehnologije (IT), a na osnovu onoga što je dato u /7/, to su sledeće karakteristike:

- real-time (RT) karakteristika, da sistem odgovori na sve spoljnje događaje u vremenski određenom intervalu. Ovde treba napomenuti da ovo ne znači uprosečen

vremenski udgovor kod kojih neki odgovori jesu unutar željenog intervala, a drugi nisu;

- da sve komponente RT sistema (i hardver i softver i dizajn) grade RT karakteristiku. Dobar hardver i RT operativni sistem (RTOS) jesu potreban ali ne i dovoljan uslov za korektan RT sistem. Loše ili pogrešno dizajniran sistem sa sjajnim hardverom i sa RTOS će blokirati procese i voditi do pada sistema;
- prilagodljivost i softvera i hardvera na nove zahteve – skalabilnost;
- visoka raspoloživost i hardvera i softvera;
- visoko pouzdana komunikacija udaljenih objekata monitoringa sa centrom, koja se ne može prekinuti bilo kojim spoljim događajem.

Iako, do dizajna rešenja treba doći detaljnim projektovanjem, u najosnovnijim crtama prikazaćemo tri od nekoliko mogućih rešenja monitoringa i upravljanja vozilima JMP.

GPS/GPRS rešenje

Izražena je tendencija izdvojenog rešavanja monitoringa od rešavanja upravljanja vozilima JMP. Ova tendencija je vezana za merenje transportnog rada svih prevoznika u Beogradu i pravilnijom raspodelom sredstava iz budžeta grada. Takav zahtev preferira rešenje monitoringa putem GPS/GPRS uređaja u vozilima.

Postavljanjem uređaja za globalno pozicioniranje (GPS) u vozila, pomoću satelita se određuje geografska širina i dužina, tako da Dispečerski centar ima stalnu indikaciju gde se vozilo nalazi. Komunikacija između Dispečerskog centra i vozila ostvaruje se korišćenjem resursa mobilne telefonije. Ovaj tip komunikacije je prekidan, može da bude neuspostavljen ili da kasni. Iako je količina prenetih podataka po jednoj komunikaciji (vozilo-centar) mala, manja od 100 bajtova, GPRS usluge imaju svoju cenu. Naime, za 1000 vozila, ukoliko se svako vozilo javlja centru svakih 60 sekundi (što je najduže prihvatljiv vremenski interval) i ako vozila rade prosečno 12 sati dnevno, uz cenu od 0,04 dinara/Kb, troškovi usluga GPRS iznosili bi oko 10,5 miliona din/god. Sa stanovišta resursa mobilne telefonije ova učestalost javljanja podrazumeva 20 javljanja/sec. U slučaju javljanja na svakih 15 sec. troškovi usluga GPRS iznosili bi oko 42 miliona din/god. a resursi mobilne telefonije bili bi opterećeni sa 80 javljanja svake sekunde. Nepouzdana komunikacija čini problematičnim GPRS

rešenje, te usled toga ovo rešenje nema RT karakteristiku i skalabilnost. Treba takođe napomenuti da ovo rešenje uopšte ne pokriva oblast informisanja putnika na stanicama. Može se prihvatiti kao dopuna nekom drugom izabranom rešenju.

Nezavisna radio mreža

Postavljanjem radio stanica u svakom vozilu i Dispečerskom centru ostvaruje se komunikacija na relaciji vozilo-centar. Ovo rešenje ima slične karakteristike kao i GPS/GPRS, ali ima niže troškove eksploatacije i veće troškove projektovanja i instaliranja: istraživanje pogodnih lokacija za postavljanje repetitora, troškove dobijanja dozvola od nadležnih organa, troškove održavanja i bezbednosti repetitora. Usled nepouzdanosti komunikacije ovo rešenje nema RT karakteristiku i skalabilnost. Treba napomenuti da ni ovo rešenje uopšte ne pokriva oblast informisanja putnika na stanicama.

Rešenje kroz centralno upravljanje saobraćajem (CUS)

Ovo rešenje podrazumeva povezivanje 197 stanica JMP u nezavisni upravljačko informacioni sistem. Sa ovim rešenjem omogućava se i centralizovano pružanje informacija putnicima na stanicama i otvaraju se mnoge komercijalne mogućnosti. Komunikacija vozila sa opremom u staničnom stubu ostvaruje se bežično, na primer putem "Bluetooth" ili radio-frekventne identifikacije (RFID). Sa RFID prijemnicima (tagovima) u registarskoj tablici vozila JMP i postavljanjem čitača na semaforiskim stubovima obezbedila bi se, pored stanica, veća gustina monitorisanja vozila i bolje upravljanje redovnošću. Pošto će raskrsnice biti u zoni CUS-a, ovim bi se omogućilo davanje prioriteta vozilima JMP na raskrsnicama. Ovo rešenje ima pouzdanu komunikaciju, RT karakteristiku, skalabilnost i visoku raspoloživost.

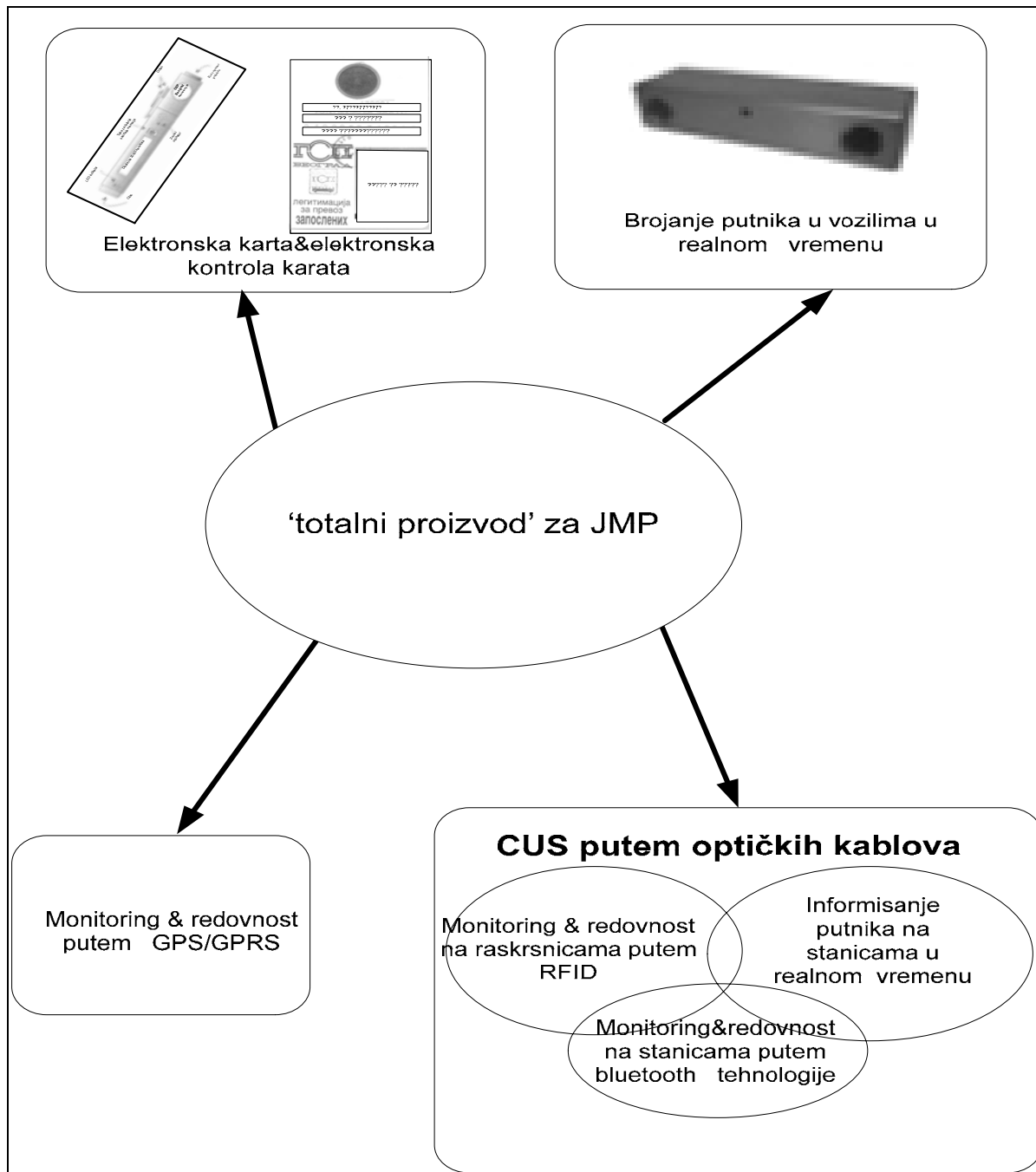
PREPORUKE

Studija opravdanosti mora da prethodi bilo kakvoj odluci u vezi za investiranje u oblasti monitoringa i upravljanja vozilima JMP u Beogradu.

Pojektanti moraju sagledati i ostale zahteve iz osnovne delatnosti JMP. Ti zahtevi su informisanje putnika u realnom vremenu, brojanje putnika u realnom vremenu, elektronska karta, kontrola putnika u realnom vremenu.

Merenje transportnog rada, u cilju pravednije raspodele sredstava iz budžeta grada Beograda, ne može da preferira samo jedno rešenje.

Stvaranje tzv. 'totalnog proizvoda' za JMP treba da bude cilj ka kome će se doći kroz postepenu realizaciju svakog podsistema JMP (Slika 4).



Slika 4: Šema „totalnog proizvoda“ za JMP

LITERATURA:

/1/ Institut Mihajlo Pupin, El Pionir, Gradsko saobraćajno preduzeće Beograd, SISTEM AUTOMATSKE KONTROLE SAOBRAĆAJA SAKS, Beograd septembar 1990

/2/ Steven Ornellas (Denbridge Digital, USA), REMOTELY COLLECTED, Traffic technology international 1998.

/3/ Richard Mucz, (AML Wireless Systems, Canada), WIRELESS IN VEGAS, Traffic technology international 1998.

- /4/ Michael Gandy, (Lockheed Martin) WIRELESS SENSORS FOR AGING AIRCRAFT THEALTH MONITORING, Fort Worth, Texas 76101, 2000
- /5/ Mašinoprojekt, IDEJNI PROJEKAT: ZAMENA I POLAGANJE KOORDINACIONIH KABLOVA U ZONAMA CENTRALNOG UPRAVLJANJA SVETLOSOM I SIGNALIZACIJOM, Naručilac: Grad Beograd – Gradska uprava, Sekretarijat za saobraćaj, novembar 2004
- /6/ Mašinoprojekt, IDEJNI PROJEKAT: POLAGANJE OPTIČKIH KABLOVA RADI POVEZIVANJA ZONA SA CENTRALNIM UPRAVLJANJEM I SEMAFORIMA, Naručilac: Grad Beograd – Gradska uprava, Sekretarijat za saobraćaj, novembar 2004
- /7/ Srećko Babić, (Automatika d.o.o. Institut Mihailo Pupin, Beograd), STANDARDIZACIJA UPRAVLJAČKE OPREME I SOFTVERA U ZONI CENTRALNOG UPRAVLJANJA SAOBRAĆAJEM U BEOGRADU, Tehnika br. 5 separat Saobraćaj, 2005
- /8/ Srećko Babić, (Automatika d.o.o. Institut Mihailo Pupin, Beograd), INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I KARTA U JAVNOM MASOVNOM PREVOZU U BEOGRADU, Istraživanja i projektovanja za privredu br. 14, 2006

MONITORING AND REGULARITY OF PUBLIC TRANSPORT IN BELGRADE

The monitoring and regularity for vehicles of public transport in Belgrade is a subject of this article. Transport work of each vehicle has been designed by making the time-table. The time-table is arranged in such a way that the travel speed and travel time is constant from one terminus to other and gap time between successive vehicles is constant too. In reality, there is much resistance on route and it causes a deviation of designed time-table. In reality, the gap time of successive vehicles is not constant. This irregularity is a problem in public transport, in general. Irregularities are present in those parts of route where public transport shares travel conditions with other traffic.

In Belgrade, 86% of all public transport vehicles pass 8.6% stations in centralized management traffic area. This features is very important for conclusion that stations are the key points for monitoring and management regularity of public transport vehicles. The feasibility study has to be performed before each decision about of investment to monitoring public transport of vehicles. This procedure will be useful for more convenient division of city budget for the transport carriers in Belgrade.

Keywords: central traffic management, vehicle monitoring, management of the regularity of public transport vehicles.