

PTT ROUTE – SOFTVER ZA PROJEKTOVANJE RUTA VOZILA I IZRADU REDA PREVOZA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Zoran Marković, Ljubomir Ostojić
JP PTT saobraćaja "Srbija"

Sadržaj: *U ovom radu biće govora o rešavanju složenih ruting problema, koji su u praksi prisutni, i kada se radi o opsluživanju ograničenog broja poznatih lokacija iz jednog ili više depoa, uz prisustvo određenih ograničenja u pogledu zahteva za opslugom i raspoloživih resursa. Kao metod za rešavanje navedenih problema izabran je clark&wright-ov algoritam ušteda koji se pokazao kao vrlo efikasan metod za probleme rutiranja prisutne u poštanskom saobraćaju. U radu je opisan softver PTTroute namenjen za projektovanje ruta saobraćajnih sredstava i izradu Reda prevoza poštanskih pošiljaka.*

Ključne reči: *rutiranje, saobraćajna sredstva, vreme opsluge, ekonomičnost, softver PTTroute.*

1. Uvod

Kompleksno upravljanje saobraćajem je u tesnoj vezi sa tehnološkim razvojem u oblasti informacionih tehnologija. U poslednje dve decenije počinju da se primenjuju tehnologije bazirane na elementima geografskih informacionih sistema (GIS-a) i savremenim metodama rutiranja kod rešavanja problema u saobraćaju i transportu. U zavisnosti od mogućnosti primene novih tehnologija u procesu izrade saobraćajnih i transportnih studija, ostvaruju se različiti rezultati vezani za nivo kvaliteta organizacije i eksploatacije resursa.

Donošenje odluka vezanih za organizaciju transporta na različitim transportnim nivoima predstavlja složen zadatak. Da bi se donela "prihvatljiva" odluka neophodno je utvrditi međuzavisnost između elemenata sistema, ciljeve kojima se teži vodeći računa kako o interesima organizatora transporta i korisnika, tako i o skupu operativnih ograničenja koja imaju značajan uticaj na funkcionisanje sistema. Osnovni zadatak upravlja transportom u poštanskom saobraćaju je da se na racionalan i efikasan način iskoriste kapacitativne mogućnosti saobraćajnih sredstava i organizuje transport koji bi

zadovoljio potreban nivo kvaliteta uz minimalne troškove i poštujući zahteve korisnika usluge transporta, bilo da se radi o prenosu poštanskih pošiljaka ili interne logistike.

U cilju projektovanja fleksibilnog modela organizacije transporta poštanskih pošiljaka, razvijen je softver PTTroute, baziran na elementima GIS tehnologije i heurističkim algoritmima za rešavanje ruting problema

2. Modeli za rešavanje ruting problema u poštanskom saobraćaju

Postoji više metoda za rešavanje ruting problema, a osnovne su egzaktne i heurističke metode. Prilikom rešavanja nekog problema uvek se za cilj postavlja dobijanje optimalnog rešenja. Korišćenjem egzaktnog pristupa uvek se može dobiti optimalno rešenje uz pretpostavku da postoji dovoljno računarskog vremena koje predstavlja pored dimenzije problema, odlučujući faktor u izboru pristupa. Pri korišćenju egzaktnog pristupa vreme rada računara ima eksponencijalnu zavisnost od broja čvorova u mreži, pa je za mreže većih dimenzija teško doći do rezultata u realnom vremenu. U ovakvim slučajevima koriste se heuristički algoritmi, koji su karakteristični zbog uvođenja dopunskih uslova ili pravila koji problem uprošćavaju. Rešenja dobijena heurističkim pristupom nisu optimalna, ali se ovakvim pristupom nalaze dovoljno dobra rešenja u prihvatljivom vremenu rada računara [1].

Za rešavanje problema rutinga saobraćajnih sredstava u transportu poštanskih pošiljaka izabran je modifikovani Clarke-Wright-ov algoritam "ušteda".

2.1 Modifikovani algoritam ušteda za rešavanje problema rutinga u transportu poštanskih pošiljaka

U modifikovanom algoritmu ušteda za rešavanje problema rutinga u transportu poštanskih pošiljaka vodi se računa i o prostornim rastojanjima jedinica poštanske mreže i o vremenskim intervalima u kojima je potrebno izvršiti razmenu poštanskih pošiljaka.

Prilikom rešavanja naznačenog ruting problema rešava se jedan optimizacioni zadatak u kojem su definisane dve kriterijumske funkcije. Sa jedne strane minimiziraju se ukupni troškovi obavljanja usluga čime se odražava interes organizatora transporta, a drugom funkcijom se minimizira vreme čekanja na opslugu čime se odražava interes klijenata (pošta) koje se opslužuju [1].

U modifikovanoj verziji Clarke-Wright-ovog algoritma svaki par čvorova (pošta) se rangira (metodom TOPSIS) na osnovu odgovarajuće ušteda i na osnovu vremena čekanja klijenata na opslugu.

2.2 Projektovanje Reda prevoza poštanskih pošiljaka

Projektovanje Reda prevoza poštanskih pošiljaka je veoma složen i važan proces u transportnoj fazi prenosa pošiljaka. Nepridržavanje odredbi iz Reda prevoza ima za posledicu produženje rokova za prenos pošiljaka, a samim tim i smanjenje kvaliteta pružanja usluga. U fazi projektovanja Reda prevoza treba predvideti čitav niz faktora koji mogu uticati na pravilnu organizaciju transportnog procesa. Pri izradi modela treba sagledati sva kriterijume koje mora zadovoljiti projektovani Red prevoza [2].

Na kraju procesa modeliranja i projektovanja treba izvršiti vrednovanje tako dobijenog Reda prevoza poštanskih pošiljaka sa više aspekata:

- vremena opsluge jedinica poštanske mreže (vreme razmene) i odstupanja vremena opsluge od idealnog vremena opsluživanja,
- prosečnog broja opsluženih pošta po ruti,
- ukupne i prosečne dužina i vremena ruta,
- broja angažovanih vozila, po vrstama, i iskorišćenosti angažovanih vozila, troškova.

Osnovni cilj organizatora transporta pri projektovanju Reda prevoza poštanskih pošiljaka, je obaviti proces koncentracije i difuzije sa minimalnim brojem prevoznih sredstava kroz njihovo maksimalno iskorišćenje, smanjenje ekonomskih troškova i radne snage uz postizanje odgovarajućeg kvaliteta opsluživanja. Međutim, s obzirom da je nemoguće istovremeno minimizirati troškove i postići maksimalan kvalitet, pri projektovanju se nastoji da dobijeni Red prevoza zadovolji određeni nivo kvaliteta, a da se za isti ostvare minimalni troškovi [2].

3. Opis GIS okruženja softverskog paketa

PTTroute je aplikacija namenjena za projektovanje ruta saobraćajnih sredstava, prvenstveno za izradu Reda prevoza poštanskih pošiljaka, a može se primeniti i na druge sisteme koji imaju potrebe za projektovanjem ruta. U svom okruženju ova aplikacija koristi elemente GIS tehnologije i zajedno sa razvijenim matematičkim modelom (algoritam za rešavanje ruting problema), projektovan je sistem koji može zadovoljiti složene ruting zadatke.

Osnovna zamisao programa **PTTroute** bila je da se izvrši automatizacija svakodnevnih poslova, iskoriste postojeća GIS tehnologija i da se na racionalan način upravlja voznim parkom, pri čemu se na jednostavan način može kalkulirati odnosom troškova i željenog kvaliteta opsluge.

3.1 GIS tehnologija u poštanskom saobraćaju

GIS (geografski informacioni sistem) je računarski sistem namenjen prikupljanju, obradi, upravljanju, analizi, prikazivanju i održavanju prostorno orijentisanih informacija. GIS omogućava primenu novih metoda analize podataka u poštanskom saobraćaju i time doprinosi bržem i kvalitetnijem odlučivanju [3].

Upotreba GIS-a može naći više primena u oblasti poštanskog saobraćaja: planiranju i određivanju optimalnih ruta vozila za razmenu poštanskih pošiljaka sa poštama, procesu reorganizacije dostavnih područja i pronalaženju optimalnih putanja poštonoša na dostavnom reonu, analizi lokacija pošta, prezentaciji prostornih podataka, raznim poslovnim analizama.

3.2 Softversko okruženje: Visual Basic, MapInfo, MapBasic

U svetu je razvijeno više GIS programa. Međutim, zahvaljujući ogromnoj funkcionalnosti i operativnosti, u samom vrhu primene je program MapInfo Professional. Navedeni alat je izabran kao GIS platforma za razvoj softvera PTTroute u programskom jeziku Visual Basic 6.0. Integracija programa MapInfo sa Visual Basic-om ostvarena je pomoću programskog jezika MapBasic.

4. Opis softvera PTTroute

Funkcionisanje softvera je bazirano na elementima GIS tehnologije. Da bi se mogle koristiti procedure u PTTroute neophodno je postojanje odgovarajućeg geografskog informacionog sistema grada ili određene oblasti za koji je potrebno projektovati rute saobraćajnih sredstava.

4.1 Tematski slojevi GIS-a

PTTroute je razvijen za rad sa GIS-om koji je sastavljen od tematskih mapa ili slojeva napravljenih u GIS programu MapInfo Professional. Osnovne tematske mape ili slojevi koje moraju biti prisutne u projektu su: ulična mreža grada i pozicija objekata opsluge (pošte ili drugi objekti).

Po potrebi sastavni deo projekta mogu biti i drugi slojevi koji mogu dati kompletniju sliku jednog grada: pozicija stambenih i poslovnih objekata, zatim reke, parkovi, železničke pruge, kao i rasterska podloga grada (orto-foto snimak, satelitski snimak, geodetska podloga ili topografska mapa).

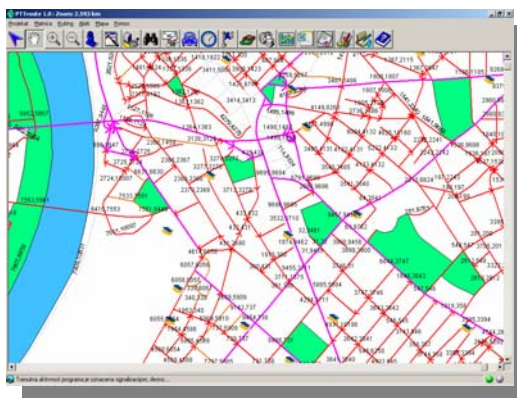
Za objekte opsluge (pošte), moraju biti prisutni sledeći podaci: poštanski broj, red pošte, radno vreme, zapremina razmene, željeno vreme razmene, zona pripadnosti pošte (radna jedinica ili opština).

4.2 Formiranje projekta

Ukoliko postoje tematski slojevi definisani u prethodnoj tački, moguće je pristupiti formiranju projekta za određeni grad. Projekat se realizuje iz više faza:

- formiranje matrice rastojanja pošta,
- formiranje podataka o voznom parku,
- definisanje operativnih ograničenja i podešavanja,
- definisanje nivoa kvaliteta i troškova,
- projektovanje ruta,
- rezultati, statistika i analize.

4.3. Formiranje matrice rastojanja pošta



Slika 1. Ulična mreža sa čvorovima (Beograd)

Matrica rastojanja pošta je osnovni ulazni podatak u algoritmu za projektovanje ruta saobraćajnih sredstva. Da bi se formirala navedena matrica, napravljene su procedure koje prilagođavaju postojeće tematske slojeve ulične mreže i pošta matematičkom modelu. Ovim procedurama ulična mreža se transformiše u teorijski model transportne mreže, odnosno raskrscima se dodeljuju određeni brojevi čvorova, a poštama se pridružuje najbliži čvor raskrsnice (slika 1).

Realizacijom opisanih procedura, pokreće se procedura za formiranje matrice rastojanja između pošta. U ovoj proceduri korišćen je Dijkstrin algoritam, kao jedan od najefikasnijih i najviše korišćenih algoritama za određivanje najkraćih puteva od jednog čvora do svih ostalih čvorova u mreži. S obzirom da na posmatranoj teritoriji postoji 137 pošta i 10670 raskrsnica, ova procedura zahteva najviše vremena rada računara. Kasnije, pokretanje ove procedure je potrebno samo ukoliko se otvori ili zatvori neka pošta, ili ako se izvršilo ažuriranje podataka o uličnoj mreži.

4.4 Formiranje podataka o voznom parku

Slika 2. Podaci o vozilima voznog parka

Clarke-Wright-ov algoritam “ušteta”, polazi od pretpostavke da postoji depo i više saobraćajnih sredstava istog kapaciteta u rešavanju standardnog ruting problema. Međutim, danas mnogi transportni sistemi u svom voznom parku imaju saobraćajna sredstva različitog kapaciteta. Pri razvoju softvera PTTroute smatralo se da treba napraviti fleksibilniji sistem koji može da rešava problema rutinga koristeći vozila različitih tipova. U tom cilju, pri kreiranju podataka o voznom parku, unose se više karakteristika vozila: marka i tip vozila, kapacitet, potrošnja goriva, ograničena brzina vozila, cena, amortizacioni vek, godina proizvodnje i broj vozila istog tipa. Na slici 2, prikazana je forma za ažuriranje podataka o voznom parku.

4.5 Definisane operativnih ograničenja i podešavanja

U cilju primene različitih strategija u planiranju Reda prevoza, PTTroute obezbeđuje više nivoa ograničenja koja će analitičaru (dispečeru) omogućiti da projektuje različite varijanti RP-a u zavisnosti od potreba organizatora transporta.

Slika 3. Ograničenja i podešavanja

Kao što je prikazano na slici 3, postoje više tipova ograničenja koja se mogu uključivati. Ograničenja vezana za projektovanje ruta su maksimalni: broj pošta po ruti, dužine ruta, vremena ruta i kapacitet ruta. Pored navedenih ograničenja pomoću kojih se, po potrebi, može postići ravnomernije opterećenje ruta, postoje i ograničenja za projektovanje ruta po teritoriji:

- po zonama – projektuju se rute posebno za svaku definisanu zonu. Ova opcija se koristi ukoliko je potrebno rešavati posebne

zahteve u okviru jedne zone ili postoji podela vozila ili vozača po teritoriji (po opštini ili radnoj jedinici).

- sve zone – projektuju se rute nezavisno od teritorijalne pripadnosti zonama. Ograničenja i podešavanje parametara vezanih za vozila, odnose se na maksimalno čekanje na opslugu (zadržavanje) i prosečni brzinu.

4.6 Definisane nivoa kvaliteta i troškova



Slika 4. Minimizacija ruta i intervali opsluge

Osnovni zadatak organizatora transporta je da, na što racionalniji i efikasniji način, iskoristi kapacitativne mogućnosti saobraćajnih sredstava, uz obavezu zadovoljenja određenog nivoa kvalitetnog opsluživanja

PTTroute može u značajnoj meri olakšati zadatak organizatoru transporta. Razvijene su procedure pomoću kojih je moguće dobiti različite nivoe kvaliteta opsluživanja, pri čemu se dobija proračun odgovarajućih troškova. Analizatoru transporta stoji na raspolaganju više mogućnosti za kalkulisanje, preko forme prikazane na slici 4:

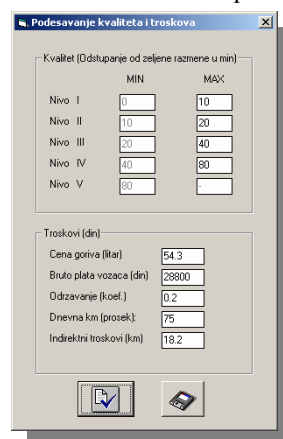
- Minimizirati vreme čekanja ili pređeni put – ukoliko se želi smanjiti vreme čekanja na opsluživanje, analitičar pomera skalu na levo u određenom procentu i time povećava kvalitet opsluge. Kada je potrebno smanjiti troškove, skala se pomera na desnu stranu.

Procenat u kojem se preferira minimizacija svake funkcije prikazuje se na formi.

- Levo i desno pomeranje opsluge - osnovni pokazatelj postignutog kvaliteta opsluge. Organizator transporta može da definiše koliko se maksimalno može pomeriti projektovano vreme opsluge od željenog (idealnog) vremena. Ukoliko bi se koristio algoritam “ušteta” bez ovog ograničenja, analitičar ne bi mogao uvek da dobije željeni nivo kvaliteta. Koristeći prikazane skale, omogućeno je analitičaru da direktno utiče na projekciju kvaliteta opsluge za svaki red pošte.

U cilju ocene kvaliteta Reda prevoza, preko forme prikazane na slici 5, moguće je definisati nivoe kvaliteta opsluživanja (od 1-najviši do 5-najniži), u zavisnosti koliko projektovano vreme opsluge odstupa od od željenog (idealnog) vremena. Analitičar može menjati definisane nivoe kvaliteta prema subjektivnoj proceni ili na osnovu nekih propisanih kriterijuma kvaliteta.

U cilju realne procene troškova, predviđen je unos pojedinih parametara koji se vremenom mogu menjati: cena goriva, bruto plata vozača, koeficijent održavanja, prosečna dnevna kilometraža, indirektni



Slika 5. Nivoi kvaliteta i troškovi

troškovi po kilometru.

4.7 Projektovanje ruta

Procedura za projektovanje ruta bazirana je na modifikovanom Clarke-Wright-ovom algoritmu “ušteta” i predstavlja najsloženiju proceduru programa PTTroute. Izborom opcije “Formirati rute”, aktivira se ova procedura koja se sastoji iz sledećih podprocedura: učitavanje podataka o poštama i vozilima, definisanje intervala opsluge, učitavanje matrica rastojanja između pošta, rangiranje vozila po kapacitetu, proračun ušteta i vremenskih gubitaka, rangiranje alternativa metodom TOPSIS, projektovanje ruta primenom Clarke-Wright-ovog algoritma, crtanje ruta, proračun troškova i određivanje nivoa kvaliteta.

Po završetku projektovanja organizatoru transporta su na raspolaganju više vrsta izveštaja na osnovu kojih može doneti odluku o ponavljanju prethodnih procedura ukoliko nije zadovoljan dobijenim rezultatima ili da prihvati dobijeni Red prevoza kao konačno rešenje.

PTTroute generiše sledeće vrste izveštaja u okviru tabela ili grafikona: podaci o projektovanim rutama, statistički podaci o projektovanom Redu prevoza, tabela sa Redom prevoza, itinerer kretanja vozila po ruti, grafički prikaz rezultata.

Pored navedenih izveštaja, analitičar ili dispečer može da posmatra grafički prikaz svake rute pojedinačno, uključujući i isključujući rute sa liste.

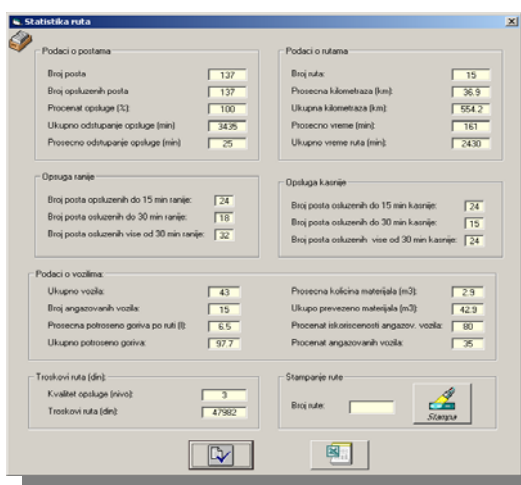
Ukoliko analitičar nije zadovoljan dobijenim rezultatima, vizuelnim pregledom projektovanih ruta može utvrditi razloge tako dobijenog Reda prevoza, i promenom pojedinih ograničenja ponoviti proceduru u cilju dobijanja kvalitetnijih rezultata.

U cilju stvaranja realne slike dobijenog Reda prevoza, razvijena je procedura za simultano praćenje kretanja vozila na projektovanim rutama.

5. Rezultati i analiza Reda prevoza

5.1 Statistički podaci o projektovanom Redu prevoza

Kvalitet dobijenih rezultata najbolje se može proceniti na osnovu statističkih podataka prikazanih u formi na slici 6. Pri testiranju programa postavljena je najzahtevnija varijanta, kada je potrebno opslužiti sve pošte u jednom hodu. U praksi se retko događa ova varijanta, jer se ne opslužuje sve pošte u jednom hodu. Na primer, popodnevnom razmenom se opslužuju pošte koje rade u jednoj smeni, a u večernjem terminu pošte sa dvosmanskim radom.



Slika 6. Statistički podaci o projektovanom Redu prevoza

Od prikazanih podataka, kao važnije treba izdvojiti:

- Prosečno odstupanje vremena opsluge od željenog vremena – predstavlja merilo kvaliteta projektovanog Reda prevoza.
- Procenat iskorišćenosti angažovanih vozila – podatak koji može biti merilo pravilnog izbora vozila za Red prevoza.
- Kvalitet opsluge – dobija se na osnovu prosečnog odstupanja opsluge i ranije definisanih novo kvaliteta opsluge.
- Troškovi ruta – predstavljaju ukupne troškove formiranog Reda prevoza.

Pored navedenih statističkih podataka, preko navedene forme je omogućena štampa itinerera određene rute sa redosledom kretanja vozila po ulicama i skretanjima na raskrsnicama.

5.2 Tabela sa Redom prevoza

Najvažniji izveštaj koji generiše PTTroute, je dokument koji predstavlja Red prevoza poštanskih pošiljaka (slika 7). U cilju bolje preglednosti, izveštaj sadrži samo osnovne informacije: poštanski broj, vreme razmene, željeno vreme i interval za razmenu, kao i podatke o količini prevezenih poštanskih pošiljaka, kapacitetu vozila i dužini rute.

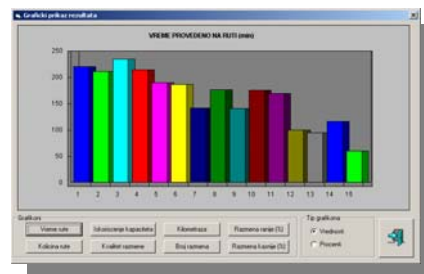
5.3 Grafički prikaz rezultata

Analizu Reda prevoza moguće je izvršiti preko formi koje prikazuju, putem grafikona (slika 8). Postoji više tipova grafikona koje PTTroute može generisati:

- Vreme provedeno na ruti – na osnovu ovog grafikona se može zaključiti da li su vozači ravnomerno opterećeni.
- Dužina ruta – po pravilu, najduže su rute koje se formiraju na početku projektovanja, jer ih čine parovi čvorova (pošta) sa najvećom uštedom i koji su na najvećim

RED PREVOZA POŠTANSKIH POŠILJAKA - PC BEOGRAD			
RUTA: 1			
Pošta	Vreme razmene	Željeno vreme	Interval za razmenu
11000	5:45	0:00	00:00 - 24:00
11186	6:10	7:00	06:10 - 07:50
11272	6:45	7:30	06:40 - 08:20
11180	6:54	7:30	06:40 - 08:20
11271	7:22	7:30	06:40 - 08:20
11279	7:35	7:30	06:40 - 08:20
11276	7:47	7:30	06:40 - 08:20
11270	7:55	7:30	06:40 - 08:20
11275	8:12	7:30	06:40 - 08:20
11280	8:17	7:30	06:40 - 08:20
11000	9:25	0:00	00:00 - 24:00
Kolicina rute: 1.1 m ³			
Kapacitet vozila: 8 m ³			
Duzina rute: 73221 m			
RUTA: 2			
Pošta	Vreme razmene	Željeno vreme	Interval za razmenu
11000	5:24	0:00	00:00 - 24:00
11090	5:44	6:30	05:40 - 07:20
11250	6:17	7:00	06:10 - 07:50
11251	6:46	7:30	06:40 - 08:20
11260	7:06	7:30	06:40 - 08:20
11504	7:21	7:30	06:40 - 08:20
11253	8:01	7:30	06:40 - 08:20
11254	8:20	7:30	06:40 - 08:20
11000	8:55	0:00	00:00 - 24:00
Kolicina rute: 1.8 m ³			

Slika 7. Tabela Reda prevoza



Slika 8. Poređenje vremena ruta

udaljenostima od depoa. Takođe se početnim rutama dodeljuju i vozila većih kapaciteta.

- Broj pošta po ruti – poželjno je da postoji ujednačenost broj pošta koje se opslužuju po rutama. Kada dođe do kašnjenja vozila na ruti, izazvaće se lančano pomeranje opsluživanja kod ostalih pošta. Ukoliko je pošta manje, toliko su i manja pomeranja opsluge.
- Količina poštanskih pošiljaka po ruti – pokazuje nivo opterećenosti vozila po ruti.
- Iskorišćenost angažovanih vozila na ruti – sa ovog grafikona se može zaključiti da li je napravljen pravilan izbor vozila za projektovane rute.
- Ostvarene ranije razmene – broj pošta koje su opslužene ranije u odnosu na željeno vreme, dato po vremenskom odstupanju.
- Ostvarene kasnije razmene – broj pošta koje su opslužene kasnije u odnosu na željeno vreme, dato po vremenskom odstupanju.

Analiziranjem prethodnih grafikona, organizator transporta može zaključiti da li su zadovoljeni kriterijumi za usvajanje projektovanog Reda prevoza. Ukoliko neki od kriterijuma nije zadovoljen, pomoću ovih grafikona može se jednostavno utvrditi koju vrednost parametra treba promeniti ili izmeniti neko operativno ograničenje.

5.4 Simulacija kretanja vozila na ruti

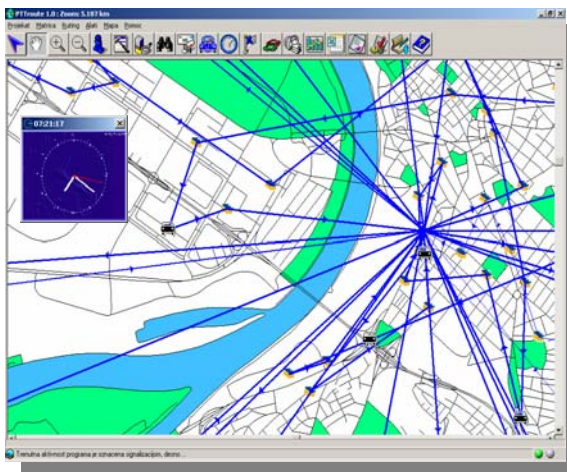


Slika 9. Izbor simulacije kretanja vozila u vremenu

Dispečer može pratiti kretanje vozila na mapi na svim rutama istovremeno, ili samo na odabranim rutama. Proširivanjem mogućnosti programa PTTroute, kasnije će biti omogućeno praćenje vozila na mapi na bazi GPS uređaja, čime će biti omogućeno poređenje projektovane i stvarne pozicije vozila, kao i druge napredne tehnike upravljanja saobraćajem. Na slici 10 prikazana je mapa sa više tematskih slojeva koji su prisutni pri simulaciji kretanja vozila na mapi Beograda: ulična

PTTroute omogućava dispečeru praćenje kretanja vozila na rutama Reda prevoza u vremenu. Na slici su 9 prikazane dve opcije za izbor simulacije:

- Realno vreme – dispečeru je omogućeno da posmatra pomeranje vozila po ruti prema projektovanom Redu prevoza.
- Simultano vreme – dispečer može da dobije pozicija vozila za bilo koji vremenski interval u danu.



Slika 10. Prikaz projektovanih ruta i pozicije vozila pri simulaciji

mreža, lokacije pošta, projektovane rute i pozicija vozila u datom trenutku vremena.

6. Zaključak

Pokazuje se da je projektovanje Reda prevoza predstavlja složen zadatak, čije rešavanje zahteva poznavanje više matematičkih teorija, veliki broj podataka, prostornih informacija i drugih međuzavisnih elemenata. Da bi se na osnovu zadatih kriterijuma projektovao optimalan Red prevoza, neophodna je primena novih tehnologija zasnovanih na primeni računara i odgovarajućih softverskih alata. PTTroute je jedan od alata razvijen sa ciljem rešavanja složenih zadataka planiranja transporta.

Primena savremenih metoda za rešavanje realnih problema rutiranja u internim logističkim lancima pošte može značajno da popravi kvalitet opsluge jedinica poštanske mreže, uz istovremeno ostvarivanje ušteda u resursima. Pored određivanja ruta za Red prevoza poštanskih pošiljaka, veoma važna je transportna logistika i svakodnevno rutiranje u delu drugih usluga koje pošta pruža, kao što je doprema i otprema gotovog novca, poštanskih vrednosnica i drugog materijala potrebnog za funkcionisanje jedinica poštanske mreže. Takođe, problem rutiranja je prisutan i u delu *Postexpress* usluga kada je potrebno preuzeti pošiljke od strane korisnika na različitim lokacijama ili kada iste treba isporučiti. U tom slučaju, umesto čvorova u mreži, teritorija se deli na zone i primenjuje isti mehanizam za određivanje ruta.

Na kraju, bolje i efikasnije poslovanje je potrebno i zbog konkurencije koja je sve više prisutna u poštanskom saobraćaju, čemu svakako može doprineti racionalizacija u delu transportne logistike, a da se u isto vreme kvalitet i pouzdanost tog segmenta podigne na viši nivo. Ovaj rad je skroman doprinos u tom pravcu.

Literatura

- [1] D. Teodorović, *Transportne mreže, algoritamski pristup*, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1996.
- [2] S. Dimitrijević, *Osnove GIS tehnologije*, Urbanistički zavod Republike Srpske, Banja Luka, 1999.
- [3] G. Braković, "*Primena heurističkih algoritama na planiranje redova vožnje u poštanskom saobraćaju*", Magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2001.

Abstract: *In this work we will deal with overcome of complex routing problems, wich are present in usage, and with servicing of limited number of known location from one or more depots, in presence of certain limitations regard to demands of service and available resources. As a method for analysing mentioned problems, we choosed clark&wright algorithm of savings wich was improved as a very effective method for routing problems present in postal traffic. This paper describes PTT route software, developed for designing of transport vehicles routes, primarily oriented on creation of timetables used in transport of postal items*

Keywords: *routing, vehicle, time of service, cost-effective, software PTTroute.*

**PTT ROUTE - SOFTWARE FOR DESIGNING OF TRANSPORT VEHICLES
ROUTE AND CREATION OF TIMETABLES USED IN TRANSPORT OF POSTAL
ITEMS**

Zoran Marković, Ljubomir Ostojić