

METODOLOGIJA ZA UNAPREĐENJE KVALITETA TRANSPORTNE USLUGE U POŠTI

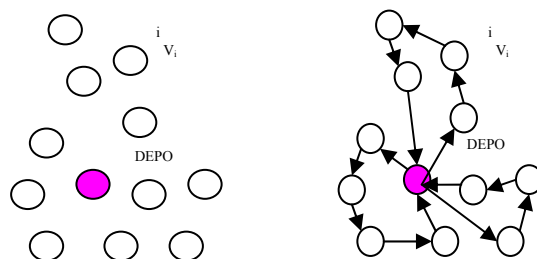
Slavoljub Miletić
Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“

Sadržaj: U novim uslovima privređivanja, koji su bliže definisani Zakonom o poštanskim uslugama i usvojenim evropskim standardima kvaliteta, neophodno je istraživati modele transporta poštanskih pošiljaka, kako bi se na što ekonomičniji način omogućilo istovetno pružanje usluga svim građanima Srbije na celoj njenoj teritoriji.

Ključne reči: transportni zadatak, ruting problem, Clarke-Wright-ov algoritam ušteda

1. Uvod

Određivanje linija transporta poštanskih pošiljaka vozilima drumskog saobraćaja se može predstaviti kao ruting problem odnosno specifični red vožnje saobraćajnih sredstava - VRP (Vehicle Routing Problem). Ruta predstavlja itinerer od jednog do drugog čvora koje transportno sredstvo treba da poseti - opsluži, pri čemu je depo ili baza tačka u mreži iz koje vozila počinju i završavaju opsluživanje čvorova. Optimalno rešen ruting problem ima za posledicu smanjenje transportnih troškova i povećanje kvaliteta pružene usluge.



Slika 1. Čvorovi u transportnoj mreži i rute

Rešavanje ruting problema se sastoji u optimizaciji ruta vozila koja opslužuju čvorove na mreži. Svaki čvor je okarakterisan određenom vrednošću kojom se podrazumeva broj putnika ili količina robe koju treba prikupiti iz čvora ili koju treba isporučiti čvoru. Osim brzine i kapaciteta vozila, prilikom projektovanja ruta neophodno je uzeti u obzir i zahteve u čvorovima, dužinu rute, vremenska ograničenja i dr. U literaturi su definisane sledeću klasifikacije problema projektovanja ruta saobraćajnih sredstava:

1. Vreme opsluge u određenom čvoru ili na određenoj grani: (momenti obavljanja opsluge u čvorovima su unapred objavljeni; opsluga u pojedinim čvorovima mora da bude obavljena u okviru određenih vremenskih intervala),
2. Broj saobraćajnih baza u mreži: (jedna baza; više baza),
3. Vozni park saobraćajnih sredstava: (jedno saobraćajno sredstvo; više saobraćajnih sredstava),
4. Vrste saobraćajnih sredstava; (saobraćajna sredstva su istog tipa; saobraćajna sredstva su različita),
5. Karakteristika zahtevane opsluge; (deterministički zahtevi za opslugom; stohastički zahtevi za opslugom),
6. Lokacija zahteva za opslugom; (zahtevi se javljaju u čvorovima mreže; zahtevi se javljaju na granama mreže; zahtevi se javljaju i u čvorovima i na granama mreže),
7. Tip transportne mreže; (orijentisana mreža; neorijentisana mreža; mešovita mreža),
8. Ograničenja saobraćajnih sredstava u pogledu kapaciteta; (sva sredstva imaju ista propisana ograničenja kapaciteta; saobraćajna sredstva imaju različita ograničenja kapaciteta; ne postoje ograničenja u odnosu na kapacitet),
9. Maksimalno dozvoljena dužina rute; (sva saobraćajna sredstva u floti imaju jednaku dozvoljenu dužinu rute; pojedina sredstva imaju različite dozvoljene dužine ruta; ne postoje ograničenja),
10. Operacije koje se obavljaju; (prikupljanje; razvoženje; prikupljanje i razvoženje),
11. Kriterijumska funkcija na osnovu koje se vrši optimizacija na mreži; (kriterijumska funkcija troškova vršenja rutinga; kriterijumska funkcija sume fiksnih i varijabilnih troškova; kriterijumska funkcija potrebnog broja saobraćajnih sredstava),
12. Ostala ograničenja u zavisnosti od konkretnog problema.

2. Parametri i algoritam postavke transportnog zadatka

Republika Srbije je administrativno podeljena na 29 okruga i 194 opština, odnosno na 24 okruga i 165 opština bez AP Kosovo i Metohija (na ovom području poštanske usluge se pružaju u devet opština). Projektovani zadatak je da se za svaku poštu u sedištu opštine omogući istovetno pružanje usluga svim građanima Srbije po jednakom i Zakonom o pošti definisanom kvalitetu. Transportni zadatak predstavlja saobraćajno spajanje opštinskih jedinica poštanske mreže na celokupnoj teritoriji drumskim linijama transporta. Model predviđa dosledno poštovanje teritorijalne i administrativne uredenosti države Srbije po sledećem principu organizovanosti:

- Naselja su mesta organizovanja pošta manjeg ranga po značaju od „opštinskih pošta“,
- Sedišta opština su mesta organizovanja „opštinskih pošta“ u kojima se obavljaju sve poštanske usluge,

- Sedište okruga je mesto organizovanja poštanskih centara (PC) ili pretovarnih tačaka (PT).

Organizacija transporta je usklađena po istom principu i pri tom RP predstavlja vezu između pošta u naseljima i opštinskih pošta, dok je ORP saobraćajna veza između više PC-a lociranih u pojedinim sedištima okruga. U zavisnosti od privredne razvijenosti, gustine naseljenosti, saobraćajnih i drugih pokazatelja sedišta okruga dobijaju adekvatno rangiranu organizovanost poštanske mreže u oblicima kao što su: Pretovarne Tačke (PT), Poštanski Centri (PC) i Glavni Poštanski Centri (GPC-i).



Slika 2. Okruzi i opštine u Republici Srbiji

Predloženi model linija prevoza, za organizacioni oblik „opštinska pošta“ ima sledeće kriterijume kvaliteta u transportu:

- Transportno povezivanje svih 164 opštinskih pošta najmanje pet dana u nedelji,
- omogućiti da se sve vrste pošiljaka otpremaju iz ovih pošta najranije u 16 časova,
- organizovati da sve vrste pošiljaka u ove pošte prispevaju najkasnije do 8 časova.

Ovim se definiše veza opštinskih pošta koji su transportno povezani Redovima prevoza (RP) sa pripadajućim preradnim centrima (PC). Svaki postojeći centar prerade, je

saobraćajno-teritorijani centar gde je potrebno organizovati RP tako da se do najudaljenije opštinske pošte stigne za maksimalno 120 minuta.

	POVRŠINA U KM ²	NASELJA		STANOVNIŠTVO Stanje 31.06.2003.	
		BROJ	PROSEČNA VELIČINA	UKUPNO	NA 1 KM ²
REPUBLIKA SRBIJA	88361	6155	14,2	7532613 bez Kosova i Metohije	/
CENTRALNA SRBIJA	55968	4239	13,2	5473651	98
VOJVODINA	21506	467	46,2	205862	96
KOSOVO I METOHIJA	10887	1449	7,3	/	/

Tabela 1. *Naselja i stanovništvo Republike Srbije*

U nastavku rešavanja ruting problema, a na osnovu gore navedenih ograničenja transportna mreža ORP-a ima sledeći cilj:

- svakodnevnim transportom, šest dana u nedelji, saobraćajno povezati sve poštanske centre međusobno,
- itinerere kretanja vozila, kapacitete i vrste vozila uskladiti sa ponuđenim oblikom usluge koja se nudi korisnicima,
- isplanirati polazak transportnih sredstava iz PC najranije u 18 časova,
- organizovati dolazak transportnih sredstava u PC najkasnije u 06 časova.

Obzirom da je nemoguće u periodu od 18.00. do 06.00. povezati najudaljenije PC: PC Subotica – PC Vranje: 508,2km; PC Užice – PC Subotica: 319km; PC Užice – PC Pirot: 286,2km, i ujedno obaviti pretovar i preradu poštanskih pošiljaka (trenutno se ne koriste sredstva automatizacije) potrebno je izabrati u grupi PC jedan koji osim saobraćajno-teritorijanih pogodnosti za zadati zadatak predstavlja i privredno-društveni centar. Ovim se osim ušteda u troškovima stvaraju uslovi i za automatizovanu preradu poštanskih pošiljaka. Na ovaj način prispeće poštanskih zaključaka u poštanske centre je istovetno za celo područje Srbije i to u koncentraciji do 18^č a u difuziji do 04^č. Nakon vremena od 120 minuta koje se trenutno kalkuliše kao vreme potrebno za pretovar poštanskih zaključaka i preradu poštanskih pošiljaka startuje „vreme transporta pošiljaka ORP-a“. Ovo vreme transporta je ukalkulisano u periodu od 20^č do 02^č.

Predloženi Model Opšteg reda prevoza (ORP-a) predviđa transport poštanskih pošiljaka između PC-a i GPC-a sa dnevnim kriterijumom povezivanja svih urbanih centara Srbije i sa graničnim kvalitetom za rezervisane usluge. Za ostale komercijalne usluge ovakav model predviđa mogućnost iskorišćenja postojećih kapaciteta u transportu i preradi bez uvođenja dodatnih troškova. Ekonomično uvođenje novih poštanskih usluga je omogućeno na značajnom delu državne teritorije i njima je obuhvata približno 80% sadašnjeg stanovništva.

Prevoz poštanskih pošiljaka korišćenjem drumske saobraćajne mreže za potrebe JP PTT saobraćaja "Srbija" predstavlja kompleksan problem koji zahteva složenu analizu kroz razmatranje različitih uticajnih faktora i parametara koji ovaj problem izdvajaju. Pored osnovnih kriterijuma optimizacije kao što su vreme transporta, dužina rute, tip

saobraćajnice i opterećenje po deonicama, moraju se uključiti i ostali kriterijumi koji se odnose na pređeno rastojanje, mogućnost angažovanja različitih tipova vozila, visinu troškova, specifičnost teritorijalne lokacije postojećih poštanskih centara i sl.

Linije transporta se obavljaju po saobraćajnicama koje su najmanje magistralnog karaktera i podeljene u dve grupe:

- Prva grupa transportno povezuje u fazi koncentracije i difuzije PC sa pripadajućem GPC. Ovu grupu karakterišu vozila kapaciteta koja su veća od 2,5 tona i dozvoljenim brzinama preko 60 km^h.
- Druga grupa transportno povezuje izabranih pet lokacija GPC-a. Ova grupa ima dve podkategorije:
 - jedna predstavlja brze linije koje saobraćaju preko 80 km^h sa vozilima malih kapaciteta do 2,5 tona za prevoz prioriternih pošiljaka, a
 - druga je organizovana sa sporijim vozilima velikih kapaciteta i preko 7 tona za prevoz neprioritetnih pošiljaka.

Slika 3. Linije ORP-a svih vrsta poštanskih pošiljaka u fazi koncentracije i difuzije između GPC-a i PC-a



1. GPC NOVI SAD: PC SUBOTICA, SOMBOR i ZRENJANIN (PT KIKINDA)
2. GPC BEOGRAD: PC ŠABAC, VALJEVO, POŽAREVAC, (PT SMEDEREVO, SR.MITROVICA i PANČEVO)
3. GPC NIŠ: PC ZAJEČAR, (PT VRANJE, LESKOVAC, PIROT, PROKUPLJE i BOR)
4. GPC KRALJEVO: PC UŽICE, ČAČAK, KRAGUJEVAC, KRUŠEVAC i JAGODINA

Slika 4 Linije ORP-a između GPC-a za prioriternu poštansku pošiljku

1. BEOGRAD - JAGODINA,
2. BEOGRAD – NOVI SAD,
3. NOVI SAD – JAGODINA,
4. KRALJEVO – JAGODINA, i
5. NIŠ – JAGODINA.



Linijama se prevoze: postekspres pošiljke za usluge "Danas za sutra", vrednosne pismonosne pošiljke i prioriternu poštansku pošiljku iz i za međunarodni avionski saobraćaj. Centar pretovara je u PC Jagodina.

Slika 5 Linije ORP-a svih vrsta poštanskih pošiljaka u fazi koncentracije i difuzije između GPC-a



1. SUBOTICA – NOVI SAD – BEOGRAD,
2. NOVI SAD – SR. MITROVICA,
3. KRALJEVO – KRAGUJEVAC – BEOGRAD,
4. NIŠ – JAGODINA – BEOGRAD, i
5. NIŠ – KRUŠEVAC – KRALJEVO

3. Postavka transportnog zadatka kao ruting problema

Najčešća matematička struktura za modeliranje i rešavanje ruting problema u praksi je težinski graf ili mreža. Rešavanje transportnih zadataka se najčešće postavlja i definiše kao ruting problem u određivanju optimalnih itinerera kretanja vozila koja treba da opsluže određene lokacije na definisanoj teritoriji.

Clarke-Wright-ov algoritam ušteta za projektovanje ruta saobraćajnih sredstava je jedan od najčešće primenjivanih heurističkih algoritama u rešavanju ruting problema. Algoritmom se prvo formira početno rešenje koje se sastoji od $n-1$ rute. Svaka od ovih ruta podrazumeva odlazak vozilom iz baznog čvora (1) do jednog od $n-1$ preostalih čvorova u mreži i povratak u bazu. U koracima iterativno se po dve rute koje donose najveću uštedu spajaju u jedinstvenu rutu, pri čemu treba voditi računa o ograničenjima konkretnog zadatka [5,15].

Pristup zoniranje-ruting - Ovaj pristup podrazumeva da se najpre posmatrani region, kada za to postoje razlozi, podeli na manje delove (zone), a da se zatim u okviru svake zone reši poseban ruting problem. Ruting problem u okviru svake zone može se rešiti Clarke-Wright-ovim algoritmom ušteta ili nekim drugim algoritmom za rešavanje ruting problema. Primenom ovakvog koncepta predloženi model transportne mreža ima sledeće karakteristike:

1. U prvoj grupi imamo transportne linije koje povezuju poštanske centre u četiri skupa sa pripadajućim čvorovima:
 - a. GPC Novi Sad sa PC-a Subotica, Sombor, Zrenjanin i PT Kikinda

- b. GPC Beograd sa PC-a S.Mitrovica, Šabac, Valjevo, Požarevac, Pančevo i PT-a Smederevo,
 - c. GPC Niš sa PT-a Zaječar, Bor, Pirot, Vranje i Prokuplje
 - d. PC Kraljevo sa PC-a Kruševac, Jagodina, Kragujevac, Čačak i Užice.
2. U drugoj grupi transportno su povezani GPC-i međusobno u dva skupa čvorova:
- a. Novi Sad, Beograd, Jagodina, Niš i Kragujevac
 - b. Subotica, Novi Sad, S.Mitrovica, Beograd, Kragujevac, Kraljevo, Kruševac i Niš.

Od parametara koji opisuju transportne mreže potrebno je izdvojiti sledeće: rastojanje u kilometrima između čvorova mreže, vreme prevoza koje je potrebno da se stigne iz jednog čvora mreže u drugi, potreban kapacitet vozila, odnosno izbor transportnih sredstava prema vrsti usluge, stanje saobraćajnica sa propisanim maksimalno dozvoljenim brzinama, najkraća rastojanja između čvorova u mreži, i najbrža rastojanja između čvorova u mreži. Za saobraćajnice koje se koriste, neophodno je uvrstiti sledeće parametre koje opisuju prosečne brzine i to: autoputevi - 80km/čas, poluautoput - 70km/čas, magistralni put - 60km/čas, lokalni putevi - 40km/čas, i gradske ulice - 20km/čas.

Pristup rutiranja-zoniranje – Ovaj pristup podrazumeva da se najpre isprojektuje jedna gigantska ruta koja prolazi kroz sve čvorove koji treba da budu opsluženi. Prilikom projektovanja ove rute ne vodi se računa o operativnim ograničenjima prisutnim u konkretnom problemu (kapacitet saobraćajnih sredstava, maksimalna moguća dužina rute, itd.). Gigantska ruta se formira Clarke-Wright-ovim algoritmom ušteda ili nekim drugim algoritmom za rešavanje rutiranja problema. U drugom koraku gigantska ruta se deli na manje delove. Rute koje se dobijaju ovakvom podelom određuju se uz uslov da sva operativna ograničenja budu zadovoljena [5,15].

Za transportni problem definisan tačkom 1.1. bazni čvor nam je GPC Novi Sad a ostali čvorovi na mreži su poštanski centri: Subotica, Kikinda, Zrenjanin, i Sombor. Za kriterijum optimalnosti određeno je minimizirano ukupno vreme putovanja koje je potrebno za obilazak svih čvorova mreže. Ovaj kriterijum je bolji pokazatelj od pređenog rastojanja zbog korišćenja različitih kategorija puteva. Usled potrebe da se koriste zbog kapaciteta transportna sredstva od 2 do 5 tona i uštede u vremenu koje se provede na putu, izabrane su saobraćajnice koje mogu da omoguće najbrži transport poštanskih pošiljaka. Dodatno ulazno ograničenje može da bude i da je maksimalno trajanje jedne rute od 150 minuta sa prosečnim zadržavanjem u čvoru od 15 minuta. Transportni zadatak ove grupe podrazumeva dolazak transportnih sredstava u bazni čvor u periodu od 20.00. do 20.30., kao i najranijem polasku iz baznog čvora u 02.00. i najkasnijem dolasku u PC u 05.00. Matrica vremena rastojanja je:

	ZRENJANIN	SUBOTICA	NOVI SAD	SOMBOR	KIKINDA
ZRENJANIN	0	126,0	51,2	136,1	56,5
SUBOTICA	126,0	0	99,5	57,4	85,7
NOVI SAD	51,2	99,5	0	89,2	91,0
SOMBOR	136,1	57,4	89,2	0	134,4
KIKINDA	56,5	85,7	91,0	134,4	0

Tabela 2. Matrica vremena rastojanja

i predstavlja ulazne podatke za primenu Clarke-Wright-ovog algoritma ušteda:

PRVA VARIJANTA REŠENJA

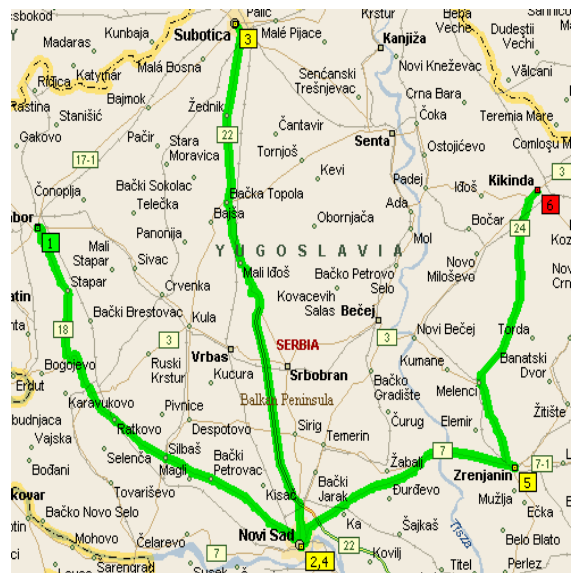
Prva varijanta podrazumeva odlazak vozilom iz jednog čvora do baznog čvora i povratak u čvor. Ova varijanta ima sledeće parametre:

- Koriste se četiri vozila,
- Ukupna rastojanje je 330.9 km
- Ukupno vreme 328 minuta

DRUGA VARIJANTA REŠENJA

Druga varijanta podrazumeva pravljenje jednog fiktivnog čvora u Zrenjaninu zbog pravila da se kroz jedan čvor prolazi jednom. Ova varijanta ima sledeće parametre:

- Koriste se tri vozila,
- Ukupno rastojanje je 295.2 km
- Ukupno vreme 297 minuta



Slika 6. Mapa Vojvodine

Optimizacija se u drugom koraku završava zbog vremenskog ograničenja zadatka i projektovanog plana da sva vozila iz svojih čvorova krenu najranije u 18.00. tako da u bazne čvorove prispeju u periodu od 20.00. do 20.30. U ovom periodu je potrebno obaviti pretovar vozila i pripremu za nastavne linije iz baznog čvora ka drugim baznim čvorovima.

Za transportni problem definisan tačkom 2.1.1. bazni čvor nam je PC Jagodina. Ovaj čvor je izabran kao bazni zbog lokacije i najkraćeg rastojanja između čvorova Novi Sad, Beograd, Niš i Kraljevo. Matrica vremena rastojanja je:

	NOVI SAD	BEOGRAD	JAGODINA	KRALJEVO	NIŠ
NOVI SAD	0	84,2	215,6	226,6	306,1
BEOGRAD	84,2	0	134,6	150,2	239,5
JAGODINA	215,6	134,6	0	186,1	100
KRALJEVO	226,6	150,2	186,1	0	131,4
NIŠ	306,1	239,5	100	131,4	0

Tabela 3. Matrica vremena rastojanja

Dodatno ulazno ograničenje je vreme pretovara u Jagodini koje je definisano u periodu od 23.00. do 24.00. Ovo je brza linija sa vozilima malog kapaciteta sa korišćenjem najbržih saobraćajnica, najbržih saobraćajnih sredstava i minimalnog mogućeg zadržavanje u čvoru pretovara od 15 minuta.

PRVA VARIJANTA REŠENJA

Prva varijanta se ostvaruje vezom svakog čvora sa baznim čvorom. Ukupne karakteristike ove varijante su:

- koriste se četiri vozila,
- pređe se ukupno 547,8km,
- sa potrošenim vremenom u transportu od 460,2 minuta

DRUGA VARIJANTA

Najdužu liniju Novi Sad – Jagodina nije moguće spojiti sa linijom Beograd – Jagodina. Polazak vozila iz ovog čvora je u 20.30. što je uslovljeno dolaskom linija prve grupe transportne mreže. Iz tog razloga uvodi se linija Novi Sad – Beograd. Linije koje polaze iz čvorova Beograd i Niš u 21.30. sa baznim čvorom Jagodina, što je uslovljeno dolaskom linija prve grupe transportne mreže je potrebno produžiti na sledeći način: Beograd – Jagodina – Niš i Niš – Jagodina – Beograd. Ovim rešenjem štedi se na vremenu pretovara u Jagodini, optimalno se koriste kapaciteti ovih malih i brzih vozila i ispunjava se kriterijum potrebnog dolaska linija druge grupe transportne mreže do 02.00. u GPC.

- Koriste se četiri vozila,
- Ukupna rastojanje je 330.9 km
- Ukupno vreme 328 minuta



Slika 7. Mapa centralne Srbije

4. Zaključak

Kvalitet poštanskih usluga se u značajnoj meri sagledava kroz način organizovanja funkcije transporta u JP PTT saobraćaja „Srbija“. Većinu zadataka u prenosu poštanskih pošiljaka je moguće definisati i postaviti kao ruting problem itinerera kretanja vozila, a najčešća matematička struktura za modeliranje i rešavanje ruting problema u praksi je težinski graf ili mreža. Iskustvo u praksi nam dozvoljava da jednostavnom primenom Clarke-Wright-ovog algoritma ušteda vrlo brzo dodemo do optimalnog rešenja u projektovanju ruta saobraćajnih sredstava.

Literatura

- [1] Bojković Zoran, Marković Dejan, *Elementi kvaliteta u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju*, JANTAR, Beograd, 1997.
- [2] *Generalni plan poštanske mreže Jugoslavije*, ZJ PTT, Beograd, 1994.
- [3] *Izveštaj o poslovanju JP PTT saobraćaja „Srbija“ za 2004. godinu*,
- [4] *Plan poslovanja JP PTT saobraćaja „Srbija“ za 2005. godinu*
- [5] Petrić Jovan, *Operaciona istraživanja*, Naučna knjiga, Beograd, 1989
- [6] Radojičić Valentina, „*Optimizacija ruta transportnih sredstava za prevoz poštanskih pošiljaka i novca u JP PTT saobraćaja „Srbija“*“, Beograd, 2004.
- [7] Direktiva Evropske unije o poštanskim uslugama 97/67/EC, decembar 1997.
- [8] Vujošević M, Stanojević M., „*Metode optimizacije-mrežni, lokacijski i višekriterijumski modeli*“, DOPIS, Beograd, 1996.
- [9] Dimitrijević B., Petrović R., „*Višekriterijumski zadaci izbora lokacija u PTT sistemu*“, Zbornik radova: XVII simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Beograd, 1999,
- [10] *Zakon o poštanskim uslugama*, Službeni glasnik RS br.18/05,
- [11] www.posteurop.org
- [12] www.posta.co.yu
- [13] www.gov.yu
- [14] www.statserb.sr.gov.yu

Abstract: *New economic environment defined by the Postal Law and adopted European quality standards requires researching of new models of postal transport in order to provide unique and equal services for all citizens of Serbia on the whole state territory.*

Keywords: *new models of postal transport, VRP - Vehicle Routing Problem, Clarke-Wright-ov Saving Algorithm*

METHODOLOGY FOR IMPROVING QUALITY OF POSTAL TRANSPORTING SERVICES

Slavoljub Milić