

HEURISTIČKI MODEL PLANIRANJA MASOVNE DOSTAVE LOŽIVA ULJA

1. Uvod

Planiranje i realizacija masovne dostave loživa ulja, važnog energenta kojeg koristi veliki broj korisnika na širim gradskim i prigradskim područjima, za velike trgovačke sustave koji se bave distribucijom ovog energenta predstavlja ozbiljan problem. Problem se ne može svrstati u grupu klasičnih transportnih problema [1], jer njegovim rješenjem treba optimalizirati proces realizacije velikog broja narudžbi kupaca na širem području, u što krećem vremenu od trenutka narudžbe do trenutka isporuke, uporabom minimalnog broja cisterni i uz minimalne transportne troškove.

Značajnija ograničenja sustava masovne dostave loživa ulja jesu sljedeća:

- osjetljivost tržišta - kupaca loživa ulja na pravovremenu dostavu energenta, posebno u određenim dijelovima godine;
- velika raznolikost mogućnosti pristupa lokalitetima kupaca na koje treba dostaviti loživo ulje;
- posebni zahtjevi kupaca u smislu ograničenja vremena raspoloživog za dostavu;
- raznolike tehničke mogućnosti raspoloživih vozila - cisterni kojima se vrši dostava;
- veliki broj ugovornih privatnih prijevoznika koji se angažiraju u sustavu dostave s posebnim ograničenjima;
- moguće neracionalnosti u sustavu koje se teško mogu kontrolirati i sl.

Navedena ograničenja potvrđuju hipotezu da ovdje nije riječ o klasičnom transportnom problemu već problemu čije se optimalno rješavanje može temeljiti samo na odgovarajućem heurističkom modelu podržanom informatičkom tehnologijom.

Sukladno navedenom, cilj ovog rada je prikaz originalnog heurističkog modela planiranja masovne dostave loživa ulja, razvijenog od strane autora ovog rada u suradnji s korisnicima modela, čija praktična primjena na području Zagrebačke županije pokazuje dobre rezultate.

2. Sustav masovne dostave loživa ulja i njegova dinamika

Prema teoriji sustava [2] problem masovne dostave loživa ulja možemo definirati kao potpuni sustav prve razine (slika 1.): $S = \{O, PS, R, F\}$, gdje su:

- O - okolica, područje masovne dostave;
- PS - podsustavi;
- R - struktura (veze i odnosi između podsustava i elemenata);
- F - funkcija sustava.

Podsustavi sustava su sljedeći:

- PS₁ - skladišta distributera loživa ulja
- PS₁ = { E₁, ..., E_{n1} }; n₁ - broj skladišta

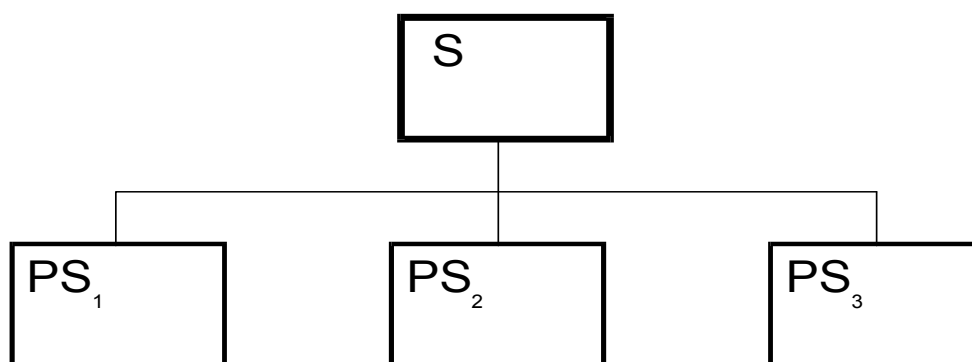
PS_2 - cisterne ugovornih prijevoznika
 $PS_2 = \{ E_1, \dots, E_{n_2} \}; n_2$ - broj cisterni
 PS_3 - kupci
 $PS_3 = \{ E_1, \dots, E_{n_3} \}; n_3$ - broj kupaca

Okolica O se ne odnosi na prometni sustav i njegovu cestovnu mrežu već na širi prostor regije logično prostorno podijeljen na međusobno prometno povezane zone unutar kojih su locirani kupci loživa ulja kao korisnici sustava.

Strukturu sustava R čini poslovni odnos koji se realizira kroz procese ispostavljanja narudžbi kupaca distributeru loživa ulja i realizacije tih narudžbi dostavom energenta na lokaciju kupca.

Funkcija sustava F je optimalna realizacija sve tri faze poslovnog procesa (evidentiranje narudžbi, planiranje dostave, realizacija dostave).

Temeljni reprezentant funkcije sustava je zadovoljenje potreba tržišta za loživim uljem u najkraćem mogućem vremenu, uz minimalne troškove i maksimalno zadovoljstvo kupaca pruženom uslugom.

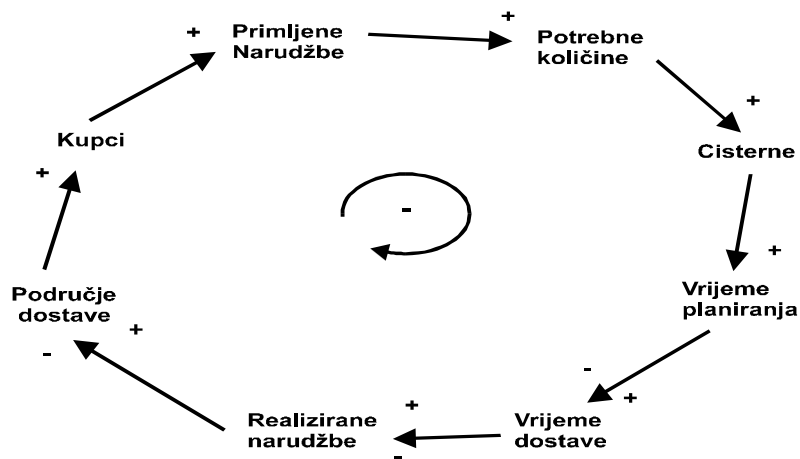


Slika 1. Hijerarhijski dijagram sustava S masovne dostave loživa ulja

Prema metodi sustavske dinamike [3] dinamika promatranog sustava može se prikazati strukturnim dijagramom (dijagram uzročnih petlji) na slici 2.

Dinamika sustava na slici 2. pokazuje da s povećanjem broja zaprimljenih narudžbi dolazi do tendencije povećanja vremena planiranja dostave, što ima za posljedicu produljene vremena realizacije narudžbi, a ono pak ima za posljedicu smanjenja područja na kojemu su zadovoljene potrebe kupaca, što perspektivno može dovesti do gubitaka kupaca. I suprotno, u slučaju skraćivanja vremena planiranja, bez obzira na povećanje broja zaprimljenih narudžbi, vrijeme realizacije narudžbi se smanjuje, a time se smanjuje i područje na kojemu nisu realizirane narudžbe kupaca.

Iz navedenog proizlazi zaključak da u sustavu masovne dostave loživa ulja smanjivanje vremena planiranja dostave djeluje regulacijski, na što ukazuje negativna petlja povratnog djelovanja na slici 2.



Slika 2. Strukturni dijagram sustava masovne dostave loživa ulja

Planiranje masovne dostave velikih količina loživa ulja na širem urbanom području iz jednog ili više skladišta, racionalnom primjenom većeg broja različitih cisterni je ozbiljan praktični problem, jer se radi o operativnom planiranju čiji je rezultat operativni plan dostave za svaku angažiranu cisternu koji mora biti provediv i gdje svaka greška u planiranju ima negativne praktične posljedice.

Postojeća praktična iskustva iz klasičnog planiranja temeljenog na osobnom iskustvu pojedinaca uključenih u sustav planiranja dostave, bez primjene automatiziranih algoritama i informatičke tehnologije, potvrđuju pretpostavku da takav sustav teško može uspješno postići optimalnost reprezentanata svoje funkcije, jer u njemu nije moguće značajnije smanjiti vrijeme planiranja dostave.

3. Heuristički model i metodika planiranja dostave

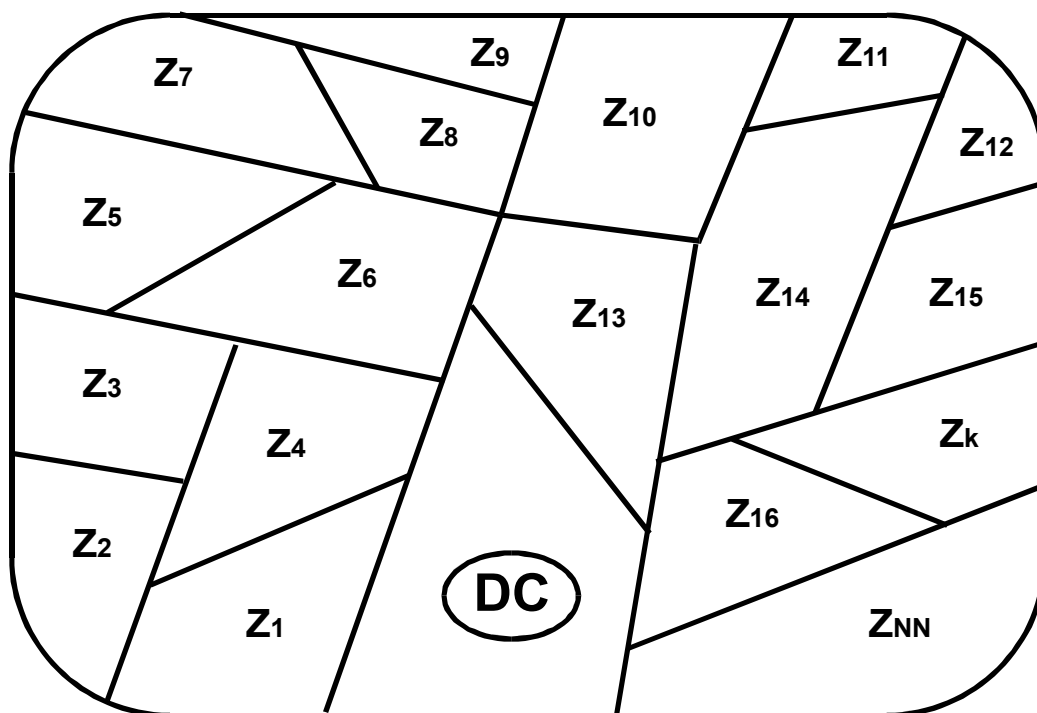
Metodika planiranja masovne dostave temeljena na heurističkom modelu realizira se kroz sljedeće korake:

- kontinuirano primanje narudžbi kupaca;
- automatizirana izrada plana dostave za isporuku istog ili sljedećeg dana;
- automatizirano izdavanje naloga za utovar cisterni;
- izmjena naloga za dostavu pojedinih cisterni tijekom procesa dostave i
- kontrola realizacije naloga cisterni.

Heuristički model planiranja polazi od pretpostavke da je moguće odgovarajućim automatiziranim postupkom generirati plan dostave koji će biti izvediv $\geq 95\%$, a preostalih 5% korigira se ekspertnom kontrolom svakog pojedinačnog naloga cisterne.

Primjena heurističkog modela pretpostavlja sljedeće skupine podataka:

- podaci o narudžbama kupaca;
- podaci o specifičnostima lokacija kupaca;
- podaci o posebnim ograničenjima kupaca;
- podaci o kapacitetima cisterni;
- podaci o posebnim ograničenjima prijevoznika - vlasnika cisterni;
- podjela područja dostave na zone (Z_k , $k=1, NN$) - prostorno međusobno povezane cjeline (slika 3.) razmještene na području dostave distribucijskog centra loživa ulja (DC) i podaci o zonama.



Slika 3. Zone područja dostave loživa ulja

Podjela područja dostave na zone je heuristički postupak kojim se područje dijeli na logične prometno povezane manje cjeline, pri čemu ekspertno iskustvo osoba odgovornih za planiranje dolazi do punog izražaja. Skladišni distribucijski centar (DC) može biti lociran na bilo kojem mjestu unutar zone .

Koraci heurističkog modela su sljedeći:

- 1) Identifikacija ukupno naručenih količina za aktuelnu dostavu po zonama;
- 2) Identifikacija raspoloživih kapaciteta cisterni i sort cisterni po kapacitetu i po angažiranosti prethodnih N dana;
- 3) Identifikacija cisterni koje imaju predefinirane zone dostave;
- 4) Procesiranje - punjenje naloga cisterni u sortu narudžbama iz jedne ili više susjednih zona do potpune popunjenosti, uz uvažavanje ograničenja pristupa cisterni lokacijama kupaca;
- 5) Generiranje privremenog operativnog plana dostave za sve raspoložive angažirane cisterne koji podliježe ekspertnoj kontroli;
- 6) Izrada konačnog operativnog plana - otpremni nalog za utovar i dostavu svake cisterne.

Funkcija otpremnog naloga (OTN) – punjenja i-te cisterne ($i = 1, n$) s m ($j = 1, m$) narudžbi (NAR) može se izraziti sljedećom jednačinom:

$$OTN_i \text{ (} i=1, n \text{)} = \sum_{j=1}^m NAR_j ,$$

uz uvjet da je $NAR_j \in Z_k$, gdje je Z_k k-i skup susjednih zona u kojima će biti angažirana i-ta cisterna.

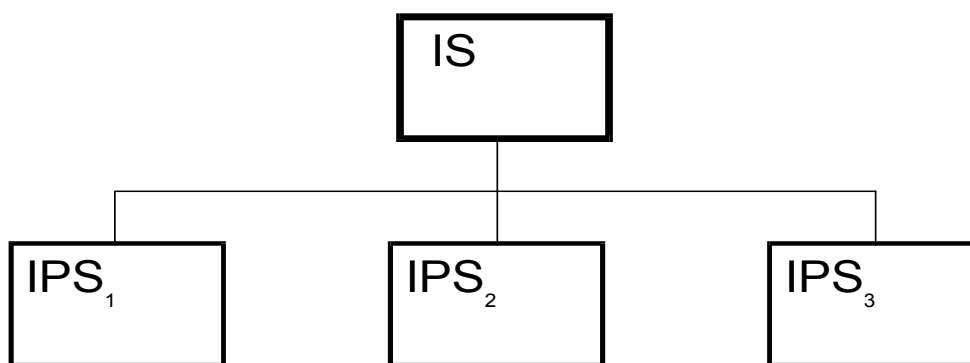
Navedenim uvjetom osigurava se operativna provedivost plana dostave i racionalnost uporabe cisterni.

4. Informacijski podsustav sustava dostave

Heuristički model generiranja plana dostave nije moguće realizirati bez primjene odgovarajućeg informacijskog sustava (IS) koji podržava organizacijsku strukturu koja realizira funkciju planiranja dostave (slika 4.).

Nužni podsustavi informacijskog sustava su sljedeći:

- IPS₁ - podsustav za komunikaciju s kupcima i automatizirano evidentiranje narudžbi;
- IPS₂ - podsustav za automatizirano planiranje masovne dostave istovremenim angažiranjem većeg broja cisterni;
- IPS₃ - podsustav za operacionalizaciju plana – izdavanje otpremnih naloga i kontrolu njihove operativne i financijske realizacije.



Slika 4. Hijerarhijski dijagram IS-a sustava masovne dostave loživa ulja

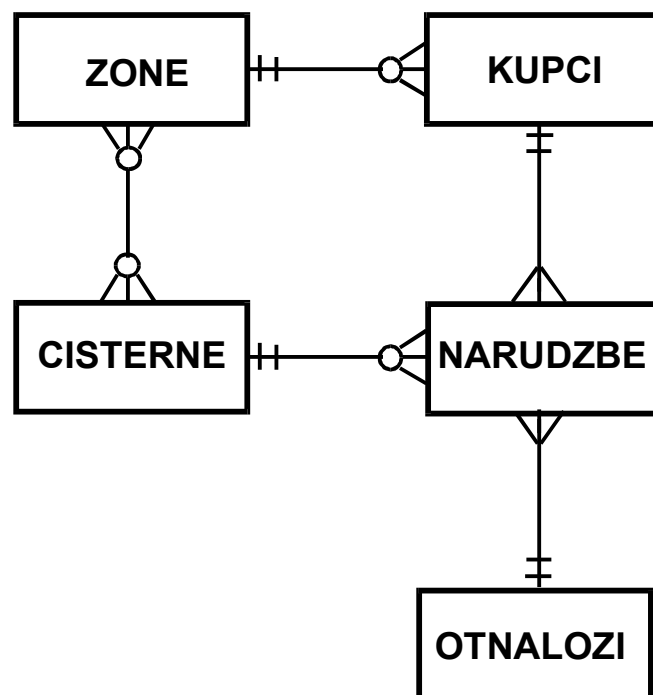
Uloga podsustava IPS₁ je zaprimanje narudžbi od kupaca i njihovo istovremeno evidentiranje u bazi podataka, uz kontrolu i ažuriranje podataka o kupcima koji su značajni za planiranje dostave.

Uloga podsustava IPS₂ je stalna analiza prispjelih narudžbi s ciljem blagovremenog stvaranja potrebnih zaliha energenta i osiguranja potrebnih transportnih kapaciteta za dostavu u najkraćem mogućem vremenu, stalno praćenje raspoloživosti cisterni te izrada operativnog plana dostave naručenih količina s datumom isporuke naredni dan.

Uloga podsustava IPS₃ je generiranje i izdavanje otpremnih naloga za utovar cisterni, operativno praćenje dostave i neophodne korekcije otpremnih naloga tijekom izvođenja procesa dostave, te zaključivanje otpremnih naloga cisterni po završetku dostave.

Osnovni logički model podataka IS-a dostave [4], prikazan ERA modelom na slici 5., čine sljedeći entiteti:

ZONE	-	međusobno prometno povezane cjeline unutar područja dostave;
CISTERNE	-	cisterne kojima se realizira masovna dostava;
KUPCI	-	skup kupaca na području dostave;
NARUDZBE	-	narudžbe kupaca;
OTNALOZI	-	izvršni otpremni nalozi za utovar cisterni i dostavu kupcima.



Slika 5. ERA model podataka IS-a za planiranje masovne dostave loživog ulja

Temeljem ERA modela može se razviti sljedeći opći relacijski (RM) model, u kojem treba posebno definirati skupove atributa:

Zatribut_{i1} (i1 = 1, N₁), Katribut_{i2} (i2 = 1, N₂), Catribut_{i3} (i3 = 1, N₃), Natribut_{i4} (i4 = 1, N₄) i Oatribut_{i5} (i5 = 1, N₅);

ZONE (Idz, Zatribut₁, ..., Zatribut_{N₁})
 KUPCI (Idk, Katribut₁, ..., Katribut_{N₂})
 CISTERNE (Idc, Catribut₁, ..., Catribut_{N₃})
 NARUDZBE (Idn, Natribut₁, ..., Natribut_{N₄})
 OTNALOZI (Ido, Oatribut₁, ..., Oatribut_{N₅})

Definiranju atributa svake od navedenih relacija poseban je problem, čije rješavanje pretpostavlja potpuno poznavanje sustava masovne dostave loživog ulja i svih njegovih procesa.

Prethodno prikazani model podataka omogućuje izgradnju kvalitetne relacijske baze podataka, koja je osnova za automatiziranje metodike heurističkog planiranja masovne dostave loživog ulja, a čiji je rezultat optimalni provedivi plan dostave (slika 6.) s uključenim velikim brojem narudžbi, velikim brojem cisterni, na velikom području, a koji se generira u vrlo kratkom vremenu, čime se stvara raspoloživo vrijeme za neophodnu ekspertnu kontrolu plana, prije pokretanja aktivnosti punjenja cisterni i dostave.

To je svakako veliki napredak u odnosu na klasično planiranje, pogotovo ako se uzme u obzir činjenica da u realnim sustavima masovne dostave najčešće ne sudjeluju prometni stručnjaci.

Reg Broj	Prije-voznik	Tip Cisterne	Kapacitet	Broj OTNa	Nar _i	Nkol _i	Szone _i	Mjesto _i	.	Nar _N	Nkol _N	Szone _N	Mjesto _N	Kapacitet %	Uk. Naručeno

RegBroj	-	registarski broj cisterne koja realizira otpremni nalog
Prijevoznik	-	naziv vlasnika cisterne
TipCisterne	-	tip cisterne
Kapacitet	-	kapacitet cisterne (l)
BrojOTN-a	-	broj otpremnih naloga koje je cisterna realizirala prethodnih dana
Nar _i (i=1,N)	-	i-ta narudžba za cisternu
Nkol _i	-	naručena količina iz i-te narudžbe
Szone _i	-	oznaka i naziv zone kupca iz i-te narudžbe
Mjesto _i	-	naziv mjesta kupca iz i-te narudžbe
Kapacitet%	-	postotak iskorištenja kapaciteta cisterne s uključenih N narudžbi
Uk.Naručeno	-	ukupna naručena – utovarena količina (l)

Slika 6. Radni plan dostave za ekspertnu kontrolu dobiven primjenom IS-a

Slika 6. je prikaz automatizirane realizacije mentalnog modela planera masovne dostave loživa ulja koji razmišlja o cisternama, narudžbama i kupcima i čiji je temeljni zadatak racionalno koristiti raspoložive cisterne i maksimalno zadovoljiti zahtjeve kupaca.

Generiranjem plana u kratkom vremenu i vizuelni uvid u strukturu plana za svaku cisternu(narudžbe, kupci, zone, iskorištenje kapaciteta cisterni i sl.) stvorena je mogućnost učinkovite kontrole logičnosti i provedivosti svakog otpremnog naloga, prije izdavanja izvršnog otpremnog naloga cisterni, čime se mogućnost pogreške s negativnim efektima svodi na minimum.

5. Zaključak

Postoje brojni praktični kompleksni problemi čije se rješavanje temelji na ekspertnom iskustvu, i zahtjeva višekriterijsku analizu prije donošenja odluke koja se mora moći praktično izvršiti, jer nisu rješivi primjenom standardnih analitičkih metoda.

U takve probleme spada i planiranje masovne dostave loživa ulja u realnom vremenu na širem gradskom i prigradskom području. Jedna cisterna, ovisno o kapacitetu, treba u jednoj dostavi realizirati više narudžbi, a izvršni otpremni nalog je operativni plan dostave koji vozaču omogućuje optimalnu realizaciju dostave uz najmanje troškove i u najkraće vrijeme.

U ovom radu je prikazan heuristički model planiranja masovne dostave loživa ulja koji, integriran u poslovni informacijski sustav distributera ovog energenta široke potrošnje, može osigurati optimalno planiranje, drastično smanjiti greške u planiranju i transportne troškove, isključiti moguće neracionalne odluke odgovornih za planiranje, značajno smanjiti vrijeme od narudžbe kupca do njene realizacije, a klasične planere procesa dostave pretvoriti iz uloge ručne izrade neracionalnih planova u ulogu eksperata koji kontroliraju i verificiraju planove dostave dobivene automatiziranim postupkom u okviru informacijskog sustava.

Naravno, rezultat svega navedenog treba biti povećanje ukupne učinkovitosti kompletnog sustava masovne dostave loživa ulja, što i potvrđuje praktična primjena u radu opisanog modela planiranja.

Literatura

- [1] Petrić, J.: Operaciona istraživanja, Savremena administracija, Beograd, 1982.
- [2] Radošević, D.: Osnove teorije sustava, Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb, 2001.
- [3] Čerić, V.: Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- [4] Radovan, M.: Projektiranje informacijskih sistema, Informator, Zagreb, 1989.
- [5] Bazian, M.: Using Visual FoxPro 6.0, Special Edition, Que Corporation, 1999.

Doc. dr. sc. Stjepan Vidačić
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet organizacije i informatike Varaždin

HEURISTIČKI MODEL PLANIRANJA MASOVNE DOSTAVE LOŽIVA ULJA

Sažetak

Optimalno planiranje i realizacija masovne dostave loživa ulja, koje je još uvijek važan energent velikom broju korisnika, za velike distributere ovog energenta na širim gradskim i prigradskim područjima predstavlja ozbiljan problem.

Rješenjem ovog problema treba optimalizirati proces realizacije velikog broja narudžbi kupaca na širem području, u što kraćem vremenu od trenutka narudžbe do trenutka isporuke, uporabom minimalnog broja optimalno iskorištenih cisterni i uz minimalne transportne troškove, uvažavajući brojna objektivna ograničenja sustava (osjetljivost tržišta, raznolikost lokacija i posebni zahtjevi kupaca, raznolikost tehničkih mogućnosti cisterni i sl.).

Navedena ograničenja potvrđuju hipotezu da se sustav masovne dostave loživa ulja ne može smatrati klasičnim transportnim problemom, što znači da se njegovo optimalno rješavanje može temeljiti samo na odgovarajućem heurističkom modelu podržanom informatičkom tehnologijom.

Cilj ovog rada je prikaz originalnog heurističkog modela planiranja masovne dostave loživa ulja, razvijenog od strane autora ovog rada u suradnji s korisnicima modela na području Zagrebačke Županije.

Ključne riječi: planiranje, loživo ulje, masovna dostava, heuristički model, informacijski sustav

HEURISTIC PLANNING MODEL of MASSIVE HEATING OIL SUPPLY

Summary

Optimally planning and realizations of mass delivery heating oils, which is still very important energy source to large number of users, for large distributors of this energy source on wider town and suburban areas, presents a serious problem.

Solution this problem needs optimize the process of realization of large number of orders of buyers on the wider area, in short amount of time from the moment of order to the moment of delivery, using of the minimal number optimally used tanks and with minimal transportation costs, respecting numerous objective limitations of the system (the sensitivity of markets, diversity of locations and special requirements of buyers, diversity of the technical possibilities of tanks etc.).

Quoted limitations confirm the hypothesis that the system of mass delivery heating oils can not be consider the as classic transportation problem, which means that it's optimally solution can be based only on the suitable heuristic model supported by Information Technology.

Aim of this work is the display of the original heuristic models of plannings of mass delivery heating oils, developed by the author in cooperation with users of this model in the area of Zagreb Counties.

Key words: planning, heating oil, mass delivery, heuristic model, information system