

Optimiranje upravljanja voznim parkom

Kuharić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:836106>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-30**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mario Kuharić

OPTIMIRANJE UPRAVLJANJA VOZNIH PARKOM

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

OPTIMIRANJE UPRAVLJANJA VOZIM PARKOM

OPTIMIZATION OF FLEET MANAGEMENT

Mentor: prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Mario Kuharić, 0135219758

Zagreb, 2015.

SAŽETAK

Optimiranje upravljanja voznim parkom predstavlja područje u kojem postoje velike mogućnosti optimizacije u vidu smanjenja prijevoznih troškova. Na upravljanje voznim parkom utječu sljedeći čimbenici: potražnja za transportnim uslugama, upravljanje radom vozila i upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika. Treba još spomenuti da važnu ulogu ima i odražavanje vozila. Razvoj telekomunikacijskih tehnologija pozitivno utječe na upravljanje voznim parkom, jer rukovodeći ljudi u transportnim tvrtkama na raspolaganju imaju softvere koji im olakšavaju posao. Problem optimalnog usmjeravanja vozila i distribucije robe prikazan je na primjeru iz prakse. Za taj problem korištene su računske metode i programski alati. Analizom dobivenih rješenja utvrđeni su iznosi ušteda u distribuciji robe na promatranom području.

KLJUČNE RIJEČI: upravljanje voznim parkom, optimizacija, softveri, usmjeravanje vozila, uštede

SUMMARY

Optimization of fleet management is an area where there are great opportunities for optimization, in the form of reduce transport costs. Influence on the fleet management have the following factors: demand for transport services, management of vehicles working operations and working hours of drivers. Also it should be noted that an important role has maintenance of vehicles. The development of telecommunications technology has a positive effect on fleet management, because people in the transport companies have access to the softwares which make their job easier. The vehicle routing problem and the distribution of the goods is presented on the example from practice. For solving this problem were used the calculation methods and software tools. Analyzing the obtained solutions have been defined cost savings in the distribution of goods in the observed area.

KEYWORDS: fleet management, optimization, softwares, vehicle routing, cost savings

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. POJAM VOZNOG PARKA	2
2.1. Definicija voznog parka	2
2.2. Sastav voznog parka	2
3. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA UPRAVLJANJE VOZNYM PARKOM	3
3.1. Potražnja za transportnim uslugama	3
3.2. Upravljanje radom vozila.....	5
3.2.1. Organizacija rada	5
3.2.2. Odabir itinerara.....	6
3.2.3. Ukupna dopuštena masa i osovinsko opterećenje	7
3.3. Upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika	8
4. ELEMENTI ODRŽAVANJA I POUZDANOSTI VOZNOG PARKA	11
4.1. Elementi održavanja i njihova periodičnost.....	12
4.2. Održavanje prijevoznih sredstava u funkciji racionalizacije troškova.....	13
4.3. Pouzdanost voznog parka	14
5. POKAZATELJI RADNE UČINKOVITOSTI VOZNOG PARKA	16
5.1. Vremenska analiza djelovanja prijevoznih sredstava	16
5.1.1. koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava (<i>ais</i>)	16
5.1.2. Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava (<i>aa</i>)	17
5.1.3. Koeficijent iskorištenja vožnje (<i>av</i>).....	17
5.2. Analiza prijeđenog puta prijevoznih sredstava	18
5.2.1. Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod opterećenjem	18
5.2.2. Koeficijent iskorištenja nultog prijeđenog puta.....	18
5.3. Analiza brzine kretanja prijevoznih sredstava	19
5.3.1. Prometna brzina (<i>Vp</i>)	19
5.3.2. Prijevozna brzina (<i>Vpr</i>).....	19
5.3.3. Brzina obrtaja (<i>Vo</i>)	19
5.4. Analiza nazivne nosivosti prijevoznih sredstava	20
5.4.1. Koeficijent statičkog opterećenja (<i>γs</i>).....	20
5.4.2. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti (<i>γd</i>).....	20
6. ULOGA GIS-A U FUNKCIJI UPRAVLJANJA VOZNYM PARKOM.....	21
6.1. Očekivanja korisnika sustava za upravljanje voznim parkom.	21
6.2. Vrste uređaja i opreme za upravljanje voznim parkom	22
6.2.1. Usko specijalizirani sustavi za praćenje	22

6.2.2. Srednja klasa uređaja za praćenje	23
6.2.3. Profesionalni uređaji za praćenje.....	23
6.3. Implementacija sustava za upravljanje voznim parkom	24
6.4. Karakteristike sustava za upravljanje voznim parkom „Smartivo“	26
7. PROBLEM USMJERAVANJA VOZILA U TVRTKI „MM MESNA INDUSTRIJA“	28
7.1. Opis tvrtke.....	29
7.2. Mreža poslovnih partnera	29
7.3. Analiza distribucije i postojećih robnih tokova	30
7.4. Metoda usmjeravanja vozila pomoću matrice skraćanja prijevoznog puta	37
8. PRIJEDLOG NOVOG MODELA DISTRIBUCIJE.....	45
8.1. Problematika distribucije tvrtke „MM Mesna industrija“.....	45
8.2. Potencijalno optimalno rješenje distribucije	46
9. ZAKLJUČAK	51
LITERATURA.....	53
POPIS SLIKA	55

1. UVOD

Proces globalizacije posljednjih godina sve je prisutniji u svim segmentima života, te ima tendenciju daljnjeg razvoja i rasta, što za posljedicu ima udaljavanje mjesta proizvodnje dobara od mjesta njihove potrošnje. Samim time javlja se potreba za robnom razmjenom a sukladno tome prometni tokovi postaju obujmom sve veći, a strukturom sve složeniji. To dovodi do potrebe za preciznijim planiranjem transportnih procesa, kako bi se u svakom trenutku mogla zadovoljiti potražnja za transportnim uslugama.

Predmet istraživanja ovog seminarskog rada je optimiranje upravljanja voznim parkom, s obzirom da je to područje u kojem postoje velike mogućnosti optimizacije u vidu smanjenja prijevoznih troškova. Kako bi cijena transporta bila što niža a samim time i konkurentnija, potrebno je kontinuirano praćenje i analiziranje procesa. Jedino je takvim sustavnim pristupom moguće upravljati voznim parkom na optimalan način, što podrazumijeva ostvarenje maksimalnog učinka uz minimalan utrošak resursa. Naravno pri tome treba voditi računa o kriteriju optimalnosti te definiranim ograničenjima sustava.

Rad je podijeljen u devet cjelina: uvod, pojam voznog parka, čimbenici koji utječu na upravljanje voznim parkom, elementi održavanja i pouzdanosti voznog parka, pokazatelji radne učinkovitosti, uloga GIS u funkciji upravljanja voznim parkom, problem usmjeravanja vozila u tvrtki „MM Mesna industrija“, prijedlog novog modela distribucije, te zaključak.

Svrha ovog istraživanja je prikazati koji sve čimbenici utječu na upravljanje voznim parkom, te kojim sve parametrima se može mjeriti učinkovitost voznog parka. Također se želi na primjeru iz prakse prikazati optimiranje upravljanja voznim parkom, uz pomoć računskih metoda i softverskih alata, te analizirati dobivene rezultate.

2. POJAM VOZNOG PARKA

2.1. Definicija voznog parka

Pod pojmom „vozni park“ podrazumijeva se skup svih transportnih sredstava određenog poslovnog subjekta (automobili, autobusi, teretna motorna vozila, tegljači, prikolice i poluprikolice). Vozni park može biti formiran, odnosno ustrojen prema organizacijskim i teritorijalnim potrebama tvrtke.

Kada je riječ o organizacijskim potrebama, može se formirati za pružanje usluga javnog prijevoza, ili kao djelatnost prijevoza za vlastite potrebe. Tu se također razlikuju vozni parkovi sa djelovanjem na fiksnim rutama ili pak promjenjivim, ovisno o potražnji.

Formiranje voznih parkova prema teritorijalnim potrebama podrazumijeva sve navedene oblike organizacijskog voznog parka, ali sa ograničenim teritorijalnim djelovanjem, odnosno zadovoljavanje transportnih potreba na definiranom području. [3] Prema tome postoje vozni parkovi sa lokalnim prostorom djelovanja, regionalnim, te međunarodnim prostorom djelovanja.

2.2. Sastav voznog parka

Vozni park sastoji se od motornih vozila i priključnih vozila sa određenim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama. Pod tehničko-eksploatacijskim karakteristikama podrazumijevaju se dimenzije vozila, razmak osovina, dinamička svojstva vozila, masa praznog vozila, korisna nosivost vozila, zapremnina teretnog prostora, ekonomičnost i slično.

Ukoliko je vozni park sastavljen od vozila iste marke i tipa, onda je to homogeni vozni park sa istim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama. Takav slučaj se u praksi rijetko pojavljuje. Vozni park je najčešće heterogene strukture, odnosno sastavljen je od vozila različitih marki i tipova što znači da vozila imaju različite tehničko-eksploatacijske karakteristike.

Sljedeći kriterij koji se odnosi na sastav voznog parka tiče se veličine, odnosno broja transportnih jedinica kojima poduzeće raspolaže, pa tako postoji:

- mali vozni park - do 20 vozila,
- srednji - 20 - 99 vozila,
- veliki 100 – 499 vozila,
- veoma veliki vozni park - preko 500 vozila. [12]

3. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA UPRAVLJANJE VOZNYM PARKOM

U poslovnim procesima tvrtki koje se bave transportom kao primarnom djelatnošću, pojavljuje se niz podataka koje je potrebno prikupiti a zatim obraditi kako bi bilo moguće donošenje poslovnih odluka. Prijevozni procesi sve su složeniji što za posljedicu ima znatno složeniji proces donošenja odluka i stoga je nužna kvalitetna obrada prikupljenih podataka. Istraživanjem transportnih procesa spoznalo se da najveći problem nastaje u fazi prikupljenja informacija sa prijevoznog sredstva kao temeljnog izvora podataka, naročito ako se podaci temelje na putnom radnom listu iz kojeg nije moguć detaljan uvid u sve aktivnosti. Pojavom informacijskih sustava taj problem je znatno umanjen.

Kao osnovni elementi koji utječu na upravljanje voznyim parkom mogu se izdvojiti: poznavanje potražnje za transportnim uslugama na temelju kojeg je moguće planiranje transportnih procesa, upravljanje radom vozila te upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika.

3.1. Potražnja za transportnim uslugama

Kada je riječ o optimiranju upravljanja voznyim parkom, od velike važnosti je planiranje transportnih procesa koje je moguće jedino u uvjetima poznavanja potražnje za transportnim uslugama. Potražnja se može promatrati kao zavisna varijabla koja je usko povezana sa gospodarskim stanjem na određenom teritoriju u određenom vremenskom periodu, pa se može reći da izravno ovisi o industrijskoj proizvodnji i razini BDP-a.

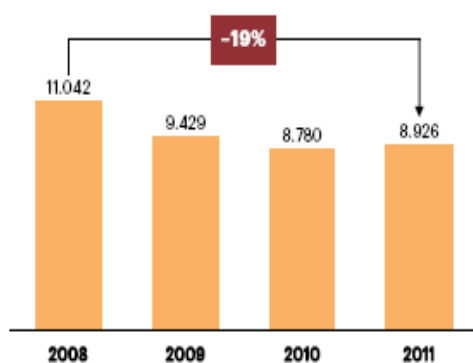
Promatrajući zakon ponude i potražnje, može se reći da porastom cijena transportnih usluga raste i količina usluga na tržištu, dok istovremeno s porastom cijena transportnih usluga pada potražnja za njima. [5]

To je veoma logično jer s porastom cijena, pružanje transportnih usluga postaje sve interesantnije svim prijevoznicima pa oni u takvim situacijama proširuju svoj vozni park u nadi da će zauzeti što veći udio na tržištu. Međutim nisu oni jedini kojima je povećanje cijena transportnih usluga interesantno, jer tada i velik broju gospodarskih subjekata kojima transport do tog trenutka nije bio primarna djelatnost ima želju za ubacivanjem u prijevozničku branšu jer tu naravno vide svoj profit. Sa takvim razvojem događaja, na tržištu enormno brzo raste broj prijevoznika koji nudi svoje usluge s ciljem ostvarenja profita, a velik broj njih zapravo ne shvaća da takvim ponašanjem u pravilu rade veliku štetu sami sebi. Iz toga proizlazi da

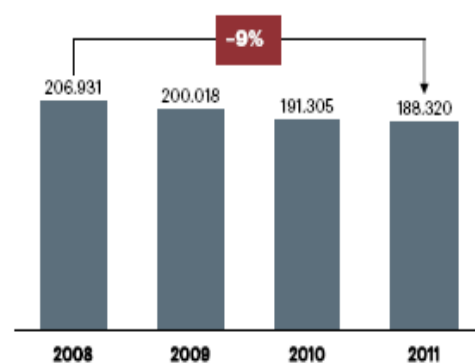
nakon određene količine ponuđenih usluga dolazi do zasićenja tržišta jer ponuda postaje veća od potražnje, tj. javlja se višak transportnih kapaciteta. Istovremeno velik broj prijevoznika to ne shvaća ili pak ne želi shvatiti, pa se pojačava konkurencija, jer puno prijevoznika konkurira za potražnjom za transportnim uslugama na određenom tržištu, te na taj način sami sebi snižavaju cijene. Prema tome je vidljivo da povećanje cijena transporta zapravo može biti „dvosijekli mač“ jer nakon određenog vremena cijene u pravilu mogu pasti čak i ispod razine na kojoj su bile prije. S druge strane, ako se porast cijene transportnih usluga promatra sa stajališta korisnika transportnih usluga, ono na njih djeluje kontra efektom. Korisnici u takvim situacijama žele što je više moguće racionalizirati svoje potrebe za transportom i na taj način direktno utječu na smanjenje prijevozne potražnje na tržištu. Idealna situacija kojoj se teži je da se ponuda i potražnja izjednače i dođe do ravnoteže. U toj situaciji korisnici transportnih usluga trebaju količinu usluga koju su prijevoznici nude, a cijena koja se tada formira je prihvatljiva za obje strane.

Kao primjer se može uzeti činjenica da je u razdoblju od 2000. do negdje 2008. potražnja za transportnim uslugama imala tendenciju rasta, prvenstveno zbog porasta industrijske proizvodnje a samim time i jačanja kupovne moći i osobne potrošnje. [10] U skladu s takvim kretanjima može se reći da su prijevoznici u svim prometnim granama povećavali svoje kapacitete, kako bi zadovoljili potražnju. Međutim već spomenute 2008. nastupila je globalna ekonomska kriza koja je izbrisala godine ekonomskog i socijalnog napretka, te ukazala na strukturne slabosti kako europske tako i svjetske ekonomije. Upravo iz tih razloga predviđanje potražnje za transportnim uslugama posljednjih godina veoma je zahtjevno, jer na tržištu postoje viškovi transportnih kapaciteta koji prijevozničkim tvrtkama predstavljaju ogromne utege u poslovanju.

Prevezena roba
(cestovni prijevoz, u mil. tona-km)



Broj registriranih cestovnih motornih i priključnih vozila



Slika 1. Prevezena roba u mil. tonskih kilometara i broj registriranih cestovnih motornih i priključnih vozila

Izvor: [10]

Iz grafa je vidljivo da je količina prevezene robe pala puno brže od transportnih kapaciteta, ostavljajući hrvatske prijevoznike sa viškom kapaciteta. Naime, prevezena roba (u tona-kilometrima) u 2011.god. je bila 19% manja u odnosu na 2008.god, dok je broj registriranih cestovnih motornih i priključnih vozila pao za samo 9% u istom razdoblju.

Naime, jasno je da će se situacija prije ili kasnije promijeniti, ali transportna sredstva koja stoje i dalje stvaraju fiksne troškove (registracija i osiguranje, rate kredita, parkirni prostor, gubitak vrijednosti samog vozila a ono pri tome ne stvara nove vrijednosti i sl.). Stoga pred prijevozničkim tvrtkama stoji veliko iskušenje kada je riječ o optimalnom upravljanju voznim parkom; držati takva sredstva i do koje granice, ili ih prodati pa u slučaju da potražnja poraste doći u situaciju da im konkurencija preuzme dio ciljanog tržišta.

3.2. Upravljanje radom vozila

3.2.1. Organizacija rada

Za profitabilno poslovanje transportnog poduzeća potreban je visok nivo organizacijskih sposobnosti rukovodećih ljudi. Veoma bitnu ulogu prilikom organizacije i planiranja transportnih procesa ima činjenica ima li poduzeće unaprijed ugovorom zajamčene količine robe koju treba prevesti u određenom razdoblju. U tom slučaju može ponuditi malo niže cijene transporta jer ima zagarantiran posao i rizik u poslovanja se znatno smanjuje. Kada je riječ o voznom parku kojeg čine teška teretna vozila i samoj organizacije te reduciranju troškova, najbolje je da poduzeća u vlasništvu imaju jednak broj tegljača i poluprikolica. Međutim, u praksi tvrtke ponekad imaju na jedan tegljač dvije poluprikolice, primjerice zatvorenu s ceradom prijevoz paletiziranog tereta i otvorenu za prijevoz kontejnera ili rasutih tereta, zato da tegljač i vozač budu stalno zaposleni, tj. da voze onu robu za kojom u tom trenutku postoji potražnja. Problem je taj što onda tvrtka ima kao kompoziciju tegljač i dvije poluprikolice za održavanje zbog čega nastaju veći troškovi. Ali to je opet jeftinije jer ako tegljač i radnik stoje, fiksni troškovi registracije koji za tegljač iznose oko 13 000 kn u Zagrebačkoj županiji i plaća radnika stvaraju teret za poslovanje. Ovako tegljač i radnik

gotovo cijelo vrijeme stvaraju nove vrijednosti a dodatni fiksni trošak je nabava još jedne poluprikolice koja se ako ima posla relativno brzo isplati, kao i njena registracija koja godišnje iznosi oko 7000 kn.

3.2.2. Odabir itinerara

Itinerar je pravac kretanja prijevoznog sredstva od početne do završne točke zadanog prijevoznog procesa. Duljina itinerara podrazumijeva prijedeni razmak prijevoznim sredstvom od početne do završne točke itinerara. [2]

Tijekom prijevoznog procesa koriste se različiti modeli organizacije kretanja prijevoznih sredstava, ovisno o naravi robnih tokova i udaljenostima koje treba svladati.

Prema tome razlikuju se sljedeći oblici itinerara:

- ponavljajući
- radijalni
- prstenasti
- zbirni ili distributivni. [2]

Ponavljajući itinerar je takvo kretanje vozila gdje se pojedine vožnje tijekom prijevoznog procesa ponavljaju istim itinerarom između dviju točaka. Takav oblik podrazumijeva prijevoz robe samo u jednom smjeru, prijevoz robe u oba smjera, te djelomično iskorištenje priuđenog puta u jednom ili oba smjera.

Radijalni itinerar odgovara zbroju nekoliko ponavljajućih itinerara s prijevozom u jednom smjeru koji se spajaju u jednu točku s više mjesta isporuke ili se teret otprema sa jednog mjesta na veći broj lokacija.

Prstenastim itinerarom smatra se kretanje prijevoznog sredstva po zatvorenom prstenu sastavljenom od prijevoza s nekoliko točaka utovara i istovara.

Distributivni itinerar razlikuje se od prstenastog po tome što se tijekom vožnje postupno utovaruje ili istovaruje roba. Odnosno to je itinerar pri kojemu se u obilasku lokacija koje opslužuje promatrano vozilo, jedna vrsta robe u vozilu postupno smanjuje a druga povećava (distribucija mineralne vode po prodavaonicama i sakupljanje prazne ambalaže). [2]

Kada je riječ o odabiru rute kojom će se vozilo kretati u konkretnoj situaciji transporta između početne i odredišne lokacije, može se reći da ona izravno utječe na varijabilne troškove kao što su potrošnja goriva, guma, trošak cestarine, tunelarine, troškovi trajekta, carinske pristojbe i sl. Naravno nije ista situacija ako se transport odvija rutom u nizinskom

reljefu ili pak brdskom i planinskom. U takvim različitim situacijama potrošnja goriva na 100 prijeđenih kilometara može oscilirati 5 do 8 litara, ovisno o vrsti kamiona i masi robe koja se prevozi. Ako se ima na umu da tegljač ima prosječnu potrošnju od oko 35 litara goriva na 100 kilometara, ta činjenica ima važnu ulogu jer ako između početne i odredišne lokacije postoje takve dvije različite rute sa istom kilometražom, na taj način je moguće postići znatne uštede pogotovo ako se radi o većim udaljenostima. To naravno vrijedi ako se niti na jednoj ruti ne naplaćuje cestarina. Ako se na jednoj od ruta naplaćuje cestarina potrebno je u kalkulaciju transportnih troškova uračunati i taj segment, te usporediti koja je varijanta isplativija.

Što se tiče stanja u Hrvatskoj, cestarine za teretna vozila su veoma visoke pa se prijevoznici odlučuju u velikoj mjeri na korištenje državnih cesta, što uzrokuje njihovo povećano oštećenje dok su autoceste poluprazne. Konkretno na primjeru transporta Zagreb-Rijeka cestarina za tegljač s poluprikolicom iznosi od ulaza Lučko 297 kuna, a od Karlovca 217 kuna. [14] Neki prijevoznici zbog toga koriste državnu cestu D1 do Karlovca i tamo se kamioni uključuju na autocestu i na taj način smanjuju troškove za 80 kuna po turi u jednom smjeru, ili pak u potpunosti koriste državnu cestu.

3.2.3. Ukupna dopuštena masa i osovinsko opterećenje

Ukupna dopuštena masa za tegljač s poluprikolicom ili kamion prikoličar iznosi 40 tona, što znači da je moguće prevesti oko 26 tona jer masa prazne kompozicije iznosi nekih 14 tona i također utječe na organizaciju transportnih procesa. Izuzetak su vozila koja sudjeluju u intermodalnom transportu kojima je dozvoljeno 44 tone bruto uz uvjet da tegljač ima 3 osovine. Dodatno ograničenje je i dopušteno osovinsko opterećenje koje također mora biti zadovoljeno. Kod klasične kompozicije dvoosovinskog tegljača i troosovinske poluprikolice opterećenje na svaku od osovina poluprikolice iznosi po 8 tona, na zadnju osovinu tegljača 10 tona i prvu osovinu tegljača 6 tona.[17]

U praksi ograničenje o ukupno dopuštenoj masi i ne stvara prevelike probleme jer je gotovo cjelokupni logistički sustav u pravilu koncipiran na način da se udovolji tom uvjetu, iznimka je transport rasutih tereta gdje češće dolazi do prekoračenja dopuštene mase. Međutim i kada roba ima veću masu od dopuštene svejedno se prevozi, jer konkurencija u transportu je ogromna i prijevoznici naprosto moraju kršiti zakon kako bi mogli pružiti uslugu naručitelju prijevoza. Međutim često se javlja problem kada je kamion u granicama ukupne dopuštene nosivosti, a ne zadovoljava uvjete osovinskog opterećenja. Najbolji primjer za to je transport

20 stopnog kontejnera ukupne mase 25 tona koji se zbog istovara mora prevoziti na zadnjem dijelu poluprikolice. Ukupna dopuštena masa u tom slučaju iznosi 39 tona što odgovara zakonu, međutim osovinsko opterećenje na poluprikolici iznosi po 9 tona. U tom slučaju ukupno 39 tona pogrešno je raspoređeno jer je poluprikolica opterećena samo na stražnjem dijelu i nosi gotovo svu masu, dok se na tegljač oslanja sa tek 4 do 5 tona.

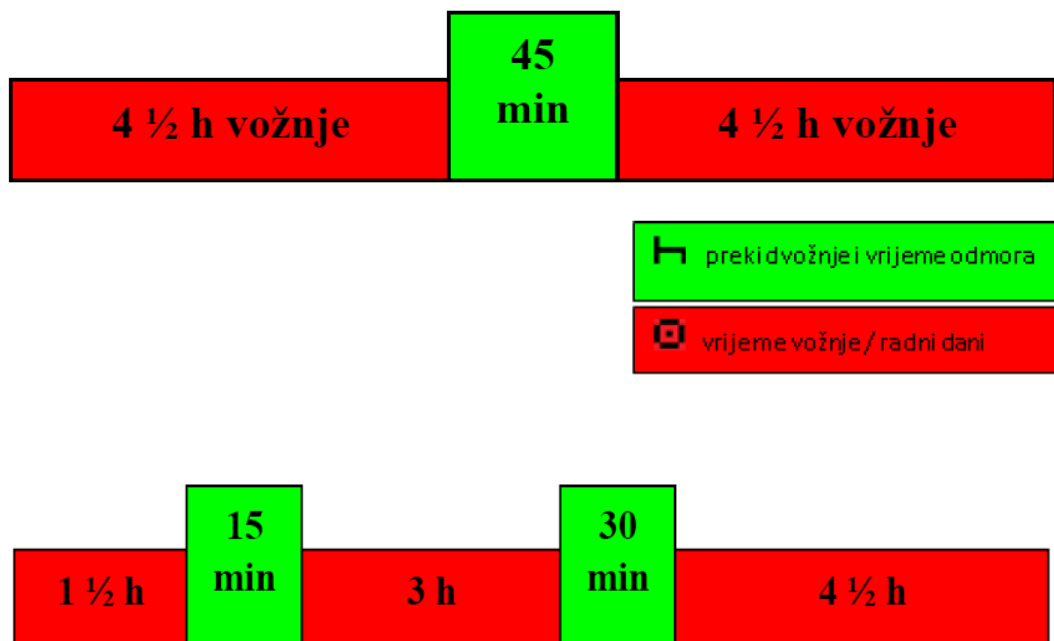
3.3.Upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika

Radno vrijeme mobilnih radnika, odnosno vozača strogo je definirano posebnim zakonom o radnom vremenu, obveznim odmorima mobilnih radnika i uređajima za bilježenje u cestovnom prometu. Tim zakonom definirani su pojedini pojmovi:

- *mobilni radnik*« je svaki radnik koji čini dio prijevoznog osoblja zaposlen u tvrtki koja obavlja cestovni prijevoz putnika ili tereta kao javni prijevoz ili prijevoz za vlastite potrebe, uključujući vježbenike i naučnike glede odredaba koje se odnose na odmore mobilnih radnika,
- *radno vrijeme*« je vrijeme od početka do završetka rada tijekom kojeg se mobilni radnik nalazi na svom radnom mjestu, na raspolaganju poslodavcu te obavlja svoje poslove. U radno se vrijeme ubraja vrijeme provedeno u svim aktivnostima u cestovnom prijevozu, osobito:
 - vožnja,
 - utovar i istovar,
 - pomoć putnicima pri ulasku i izlasku iz vozila,
 - čišćenje i tehničko održavanje,
- *noćni rad*« je rad koji se obavlja tijekom noćnog vremena, odnosno rad koji se obavlja u razdoblju između 00.00 i 5.00 sati,
- potvrda o aktivnostima vozača*« je potvrda koju izdaje pravna ili fizička osoba – obrtnik vozaču za razdoblje dok vozač nije upravljao vozilom (bolovanje, godišnji odmor, ostali izostanci i dr.) ili je upravljao vozilom koje je izuzeto od primjene ovoga Zakona. [16]

Također je točno definirano dopušteno dnevno i tjedno vrijeme vožnje, obvezni dnevni i tjedni odmori, što predstavlja dodatna ograničenja prilikom planiranja optimalnog rasporeda vožnje. Prema tome vozač dnevno smije voziti najviše 9 sati i u tom vremenu imati pauzu od 45 minuta. Iznimno može voziti i 10 sati dnevno ali najviše dva puta tjedno.[9] U tom vremenu obavezno mora raditi pauzu od minimalno 45 minuta i to na jedan od načina kako je prikazano na slici.

9 sati vožnje

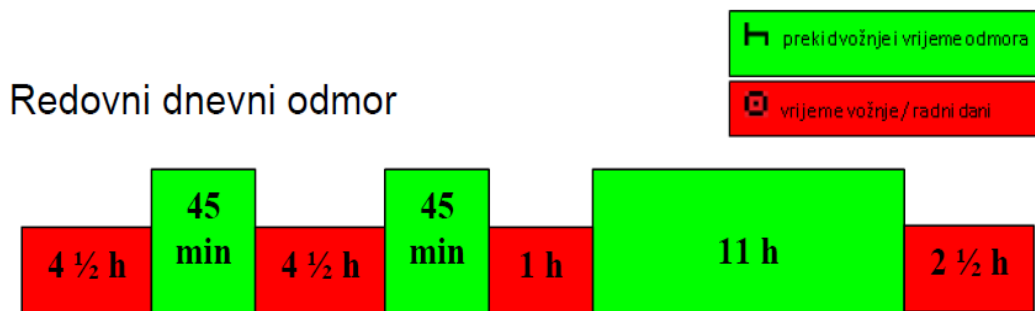


Slika 2. Raspodjela vremena vožnje i odmora

Izvor: [9]

Tjedno vrijeme vožnje može maksimalno iznositi 56 sati, međutim u dva uzastopna tjedna ne smije biti dulje od 90 sati.

Redoviti dnevni odmor mora iznositi najmanje 11 sati u neprekinutom razdoblju, a redoviti tjedni odmor najmanje 45 sati. [9]



Primjer za redovni tjedni odmor:



Slika 3. Redovni dnevni i tjedni odmor

Izvor: [9]

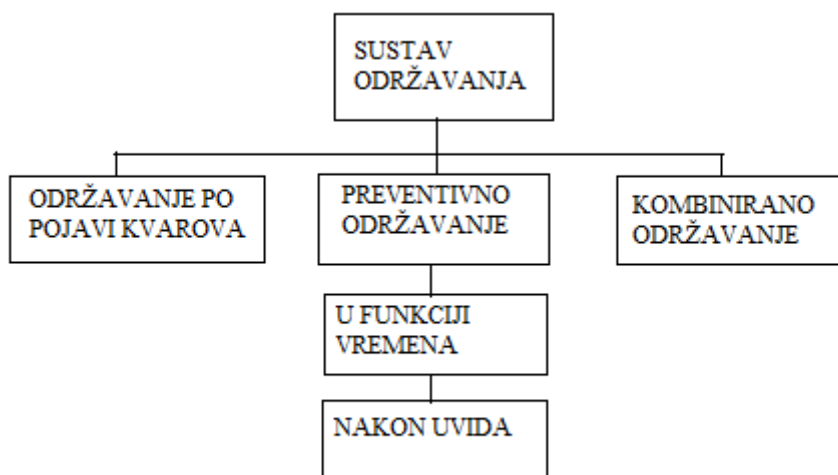
Tih propisa se prijevoznačka poduzeća u praksi do prije par godina i nisu bas peviše pridržavala, međutim kazne za kršenje tih propisa iznose od 15000 tisuća do 50000 tisuća kuna za pravne osobe i zbog sve učestalijih inspekcijских nadzora gotovo svi ih poštivaju što je više moguće, što opet često stvara probleme u optimalnom rutiranju vozila.

Uređaj koji se koristi za bilježenje aktivnosti vozača u cestovnom prometu je tahograf. Analogni tahograf radi na principu prenošenja linearnog gibanja centrifugalnog regulatora u linearno gibanje indikatora. Gibanje tog indikatora se preko tanke igle prenosi na tahografski listić i upisani trag ostaje u obliku tankih crta. Tahograf listić se nalazi u sklopu brzinomjera i okreće se sinkronizirano sa satnim mehanizmom pa se svaka aktivnost može kronološki popratiti. Iz tih zapisa na tahograf listiću može se odrediti početak i kraj rada, vrijeme vožnje i vrijeme stajanja, broj zaustavljanja, prijeđeni put i brzina vožnje. [2] Postoji i digitalni tahograf koji ima iste mogućnosti ali za njega nisu potrebni listići nego postoji kartica vozača na koju se u digitalnom obliku bilježe sve aktivnosti.

4. ELEMENTI ODRŽAVANJA I POUZDANOSTI VOZNOG PARKA

Današnja prijevozna sredstva karakterizira složenost konstrukcije, visok stupanj zastupljenosti tehničkih elemenata, zadovoljavajuća pouzdanost, te u skladu s tim i velika mogućnost prijevoznog učinka. Te značajke ukazuju da je potrebno usmjeriti velike napore ka održavanju voznog parka.

Najčešći načini održavanja podrazumijevaju preventivno održavanje, održavanje nakon pojave kvara, ili tzv. kombinirano održavanje, kao što je prikazano na slici broj četiri. Osnovni je smisao bilo kojeg načina održavanja da se maksimalno smanje otkazi za vrijeme eksploatacije prijevoznih sredstava.



Slika 4. Načini održavanja prijevoznih sredstava

Izvor: [1]

Preventivno održavanje može se temeljiti na vremenskom načelu, što podrazumijeva održavanje prema točno definiranim vremenskim intervalima, ili pak na načelu ocjene stanja nakon pregleda.

Održavanje nakon pojave kvara može se promatrati kao „dvosijekli mač“ iz razloga što je moguće ostvariti određene uštede ali isto tako i visoke troškove. Naime uštede se ostvaruju jer se pojedini dijelovi ne održavaju dok ne dođe do kvara, međutim to može uzrokovati lančani kvar drugih elemenata do kojih u slučaju preventivnog održavanja ne bi došlo. Također dodatni troškovi nastaju jer vozilo nije ispravno u trenutku kad nastupi kvar, a potrebno je za izvršavanje planiranih prijevoznih procesa.

Kombinirano održavanje u praksi zapravo može dati najbolje rezultate, jer se temelji na kombinaciji pozitivnih segmenata prethodno navedenih načina održavanja.

4.1. Elementi održavanja i njihova periodičnost

Kvaliteta održavanja prijevoznih sredstava u pravilu se odražava prema njihovoj ispravnosti. Tehnološki proces održavanja sadrži određena specifična obilježja, ali i neka opća. Opća bi obilježja bila da se proces održavanja i kontrole treba obaviti bez obira na način i mjesto, a posebno obilježje je to što svaka sredina svojim internim odlukama propisuje načine i metode održavanja vlastitih prijevoznih sredstava.[1]

Elementi održavanja prijevoznih sredstava mogu biti:

- u funkciji održavanja rada motora što najčešće podrazumijeva izmjenu ulja i filtera, a kod većih kvarova i generalno uređenje motora
- u funkciji održavanja upravljačkog sustava vozila
- u funkciji održavanja kočionog sustava vozila
- u funkciji održavanja pneumatika.

Kada je riječ o periodičnosti održavanja, postoje točno definirani intervali održavanja pojedinih elemenata i sklopova vozila od strane njihova proizvođača, ovisno o kojem tipu vozila se radi. Intervali održavanja u pravilu su usko povezani sa prijeđenom kilometražom i vremenom uporabe vozila. Prema tome upute za održavanje vozila kronološkim slijedom podrazumijevaju:

- prvi servisni pregled
- drugi servisni pregle
- redoviti tehnički pregled
- izvanredni tehnički pregled
- lake popravke
- srednje popravke
- generalne popravke.[1]

4.2. Održavanje prijevoznih sredstava u funkciji racionalizacije troškova

Održavanje voznog parka sadrži visoki postotak ukupnih troškova poduzeća, stoga je o održavanju potrebno voditi računa već prilikom nabave voznog parka. S obzirom da se radi o teretnim vozilima za koja su dijelovi relativno skupi, poželjno je da poduzeće u vlasništvu ima vozila istog proizvođača kako bi se mogla postići politika ekonomije obujma kod nabave rezervnih dijelova. Međutim postoji razlika i u cijeni održavanja za pojedine marke vozila. Ako se primjerice radi o tegljačima sa poluprikolicama, opće je poznato da su primjerice MAN i Mercedes jeftiniji za održavanje od Volva ili Scanie, što se tiče potrošnih dijelova, ali i karoserijskih dijelova.

Kada je riječ o poluprikolicama, tu nema bas prevelikih razlika jer najpoznatiji proizvođači šasija kao što su Krone, Schmitz ili Schwarzmuller na svoje poluprikolice u pravilu ugrađuju djelove podvozja od istih proizvođača, pa su i cijene održavanja otprilike iste. Također velik dio troškova otpada i na zamjenu guma. Primjerice, klasičan tegljač sa poluprikolicom ima dvanaest guma čija ukupna cijena iznosi oko 40 000 kn, pa je poželjno da se nabavljaju od istog dobavljača kako bi zbog veće količine bilo moguće ostvariti rabat od dobavljača i na taj način se na samo jednoj kompoziciji može uštedjeti i do 10 000 kn.

Za male prijevoznike je od neophodne važnosti udruživanje kada je u pitanju održavanje voznog parka. Naime, količine dijelova, guma i drugog servisnog materijala koje oni zasebno trebaju na godišnjoj razini su za dobavljače premalene da bi im odobrili značajnije popuste. Iz tog razloga oni okrupnjavaju svoje narudžbe i na taj način postižu bolje cijene i uštede a ista je stvar i sa nabavkom pogonskog goriva, ulja i maziva, kako bi bili što konkurentniji na tržištu.

Servisni intervali kod tegljača iznose oko 30 000 kilometara ovisno o vrsti i kvaliteti ulja. Kupnjom novog kamiona prodavači nude besplatne servise određen broj pređenih kilometara pa i o tome treba voditi računa kod odluke o obnavljanju voznog parka kupnjom novog ili rabljenog kamiona. S obzirom da je cijena izmjene ulja i filtera negdje oko 3000 kuna, a ako je kamion radno aktivan tijekom cijele godine, servis se obavlja i 3 puta godišnje pa se i tu mogu postići znatne uštede.

4.3. Pouzdanost voznog parka

Pouzdanost je bitno obilježje prijevoznih sredstava, koje se definira već u konstrukcijskim i proizvodnim fazama. Međutim ona osim o kvaliteti proizvodne faze uvelike ovisi i o kvalitativnim karakteristikama održavanja vozila, te o uvjetima rada vozila.

Pouzdanost prijevoznih sredstava obično je definirana s pomoću sljedeća 4 elementa:

- bezotkaznost
- trajnost
- prilagođenost propisanom održavanju
- ispravnost.[1]

Prema tome može se reći da pouzdanost održavanja nije moguće unaprijed odrediti sa stopostotnom sigurnošću, ali se može prognozirati uz pomoć modela.

Pouzdanost (P) prijevoznog sredstva se može definirati kao vjerojatnost da u određenom vremenu t neće doći do otkaza ili kvara, odnosno da će vozilo obaviti svoju funkciju u propisanim uvjetima rada. Ako primjerice imamo n vozila, tada će poslije nekog vremena biti n_1 vozila koja nisu otkazala i n_2 vozila koja su otkazala. Na taj način se u bilo kojem trenutku može odrediti pouzdanost voznog parka.

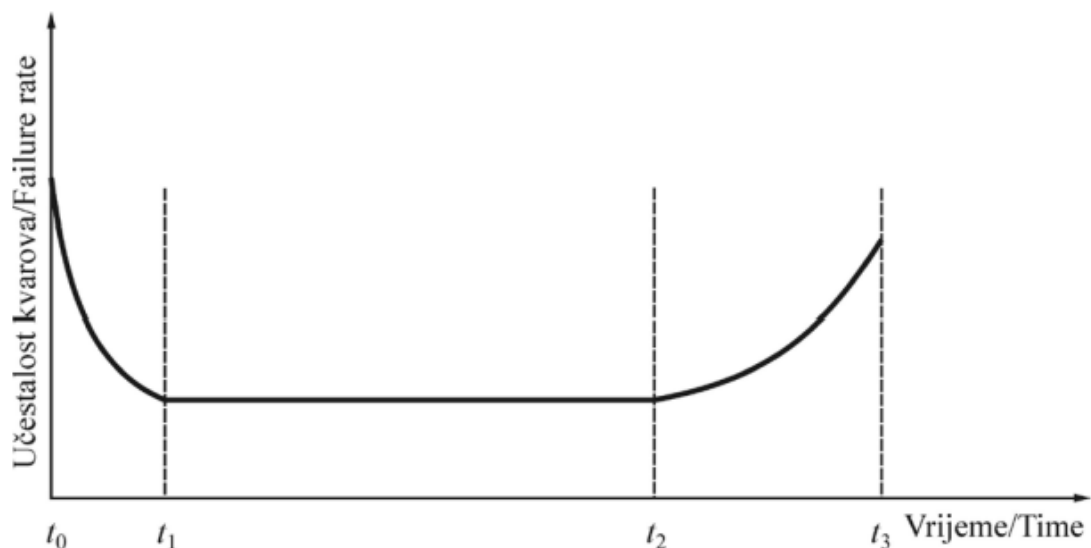
$$N = n_1 + n_2 \quad (1)$$

$$P(t) = \frac{n_1(t)}{n} \quad (2)$$

Kada se promatrana pouzdanost cijelokupnog životnog vijeka prijevoznog sredstva, mogu se uočiti određene zakonitosti prema kojima dolazi do kvarova i zastoja. To su zapravo tri vremenska intervala:

1. interval uhadavanja (t_0, t_1),
2. interval normalne uporabe (t_1, t_2),
3. interval dotrajlosti (t_2, t_3),

koji su prikazani u obliku krivulje vijeka trajanja na slici 5.



Slika 5. Krivulja vijeka trajanja prijevoznog sredstva

Izvor: [4]

Tijekom intervala uhodavanja pojavljuju se slučajni kvarovi najčešće uzrokovani pogreškama u proizvodnji i materijalu kod puštanja novog tipa vozila u promet.

Interval normalne uporabe predstavlja razdoblje u kojem su početne greške uklonjene i karakterizira ga niska i konstantna vjerojatnost učestalosti kvarova.

U intervalu dotrajalosti uočava se brzi porast učestalosti kvarova, koji su uzrokovani otkazivanjem komponenti zbog istrošenosti, starenja i zamora materijala. [4]

5. POKAZATELJI RADNE UČINKOVITOSTI VOZNOG PARKA

Učinku prijevoznih sredstava prethodi prijevozni proces u širem smislu koji uključuje odvijanje tri osnovna procesa stvaranja prijevozne usluge: proces ukrcaja supstrata, proces prijevoza supstrata i proces iskrcaja supstrata iz prijevoznog sredstva. Za potrebe planiranja, analize i ocjene radne učinkovitosti vozila u cestovnom prometu uveden je sustav pokazatelja i koeficijenta uz pomoć kojih je moguće prikazati stupanj iskorištenja vozila te voznog parka u cjelini, kao i vrednovanje ostvarenih rezultata. Te informacije mogu upozoriti na eventualne slabosti u prijevoznom procesu koje se analizom mogu detektirati a zatim i otkloniti.[3]

Tehničko-eksploatacijske pokazatelje možemo podijeliti na:

1. pokazatelje vremenske učinkovitosti prijevoznih sredstava
2. pokazatelje iskorištenja prijeđenog puta
3. pokazatelje iskorištenja kapaciteta prijevoznih sredstava
4. pokazatelje brzine kretanja prijevoznih sredstava. [3]

5.1. Vremenska analiza djelovanja prijevoznih sredstava

5.1.1. Koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava (α_{is})

Koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava odražava prosječno stanje opće ispravnosti voznog parka, odnosno sposobnosti homogenog voznog parka tijekom promatranog vremenskog razdoblja. Riječ je o udjelu sposobnog resursa u knjigovodstvenom.

$$\alpha_{is} = \frac{DPS_s}{DPS_k} \quad (3)$$

$$DPS_k = DPS_r + DPS_p + DPS_n \quad (4)$$

$$DPS_s = DPS_r + DPS_p \quad (5)$$

Gdje su:

DPS_k – knjigovodstveni dani voznog parka

DPS_r – radni (aktivni) dani voznog parka

DPS_p – pričuvni (pasivni) dani voznog parka

DPS_n – nesposobni (neispravni) dani voznog parka.[6]

5.1.2 Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava (α_a)

Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava odražava prosječno stanje opće zaposlenosti voznog parka, odnosno stupanj prisutnosti homogenog voznog parka na radu tijekom promatranog vremenskog razdoblja. Riječ je o udjelu radnog resursa u knjigovodstvenom. Razlozi izostanka prijevoznih sredstava s radnog zadatka mogu biti neispravnost, s jedne, i tržišno uvjetovana ili planirana pričuva, s druge strane. [6]

$$\alpha_a = \frac{DPS_r}{DPS_k} \quad (6)$$

5.1.3. Koeficijent iskorištenja vožnje (α_v)

Uspješnost angažiranosti prijevoznih sredstava obično se prati s pomoću koeficijenta iskorištenja vremena rada za vožnju, odnosno koeficijenta iskorištenja vožnje (α_v). Koeficijent se određuje iz količnika vremena provedenog u kretanju ili vožnji (H_v) i vremenakoje je prijevozno sredstvo ukupno provelo na radnom zadatku (H_r), uključujući cijeli prijevozni proces.

$$\alpha_v = \frac{HPS_v}{HPS_r} \quad (7)$$

$$HPS_r = HPS_u + HPS_v + HPS_i \quad (8)$$

Gdje su:

HPS_r —ukupni sati prijevoznog sredstva provedeni u prijevoznom procesu

HPS_u —sati prijevoznog sredstva provedeni na krcanju

HPS_v —sati prijevoznog sredstva provedeni u vožnji

HPS_i —sati prijevoznog sredstva na iskrcanju. [6]

5.2. Analiza prijeđenog puta prijevoznih sredstava

5.2.1. Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod opterećenjem

Iskorištenje prijeđenog puta izražava se pomoću koeficijenta (β), koji ukazuje na iskorištenost prijeđenog puta glede pojave supstrata na prijevoznom sredstvu, bez obzira na to u kojoj je mjeri iskorištena nazivna nosivost.

Dakle, koeficijentom (β) iskazuje se udio prijeđenog puta pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put.

$$\beta = \frac{PSL_t}{PSL} \quad (9)$$

$$PSL = PSL_0 + PSL_t + PSL_p \quad (10)$$

Gdje su:

PSL - ukupno prijeđeni put prijevoznog sredstva[km]

PSL_t - put koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem[km]

PSL_p - put koji je prijevozno sredstvo prešlo bez tereta na relaciji prijevoza[km]

PSL_0 –nulti prijeđeni put [km]. [6]

5.2.2. Koeficijent iskorištenja nultog prijeđenog puta

Koeficijent nultoga prijeđenog puta (β_0), svojevrsni je pokazatelj stupnja dislociranosti smještajnog prostora prijevoznih sredstava u odnosu na lokacije operativnih prostora, odnosno relacije prijevozasustrata.

Koeficijentom (β_0) iskazuje se udio nultoga prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu.[6]

$$\beta_0 = \frac{PSL_0}{PSL} \quad (11)$$

5.3. Analiza brzine kretanja prijevoznih sredstava

5.3.1. Prometna brzina (V_p)

Prometna brzina je brzina koju ostvari prijevozno sredstvo radeći na radnom zadatku, uzimajući u obzir samo vrijeme vožnje (rad motora) a isključujući stajanja zbog usputnog zadržavanja koje ne uzrokuje prometnitijek.[6]

$$V_p = \frac{PSL}{HPS_v} \quad (12)$$

5.3.2. Prijevozna brzina (V_{pr})

Prijevozna se brzina razlikuje od prometne utoliko što uzima u obzir i vrijeme mogućeg zadržavanja od polaska do dolaska bez obzira na razloge zadržavanja. Međutim, u vrijeme provedeno u prijevozu nisu uključena vremena ukrcaja i iskrcaja u polaznoj i završnoj točki relacije na kojoj je prijevoz obavljen. S tih razloga prijevozna brzina je manja od prometne brzine ili jednakanoj.

$$V_{pr} = \frac{PSL}{HPS_{pr}} \quad (13)$$

Gdje HPS_{pr} predstavlja trajanje prijevoza u satima.[14]

5.3.3. Brzina obrtaja (V_o)

Brzina obrtaja odgovara brzini koju ostvari prijevozno sredstvo radeći na radnom zadatku pri čemu se uzima u obzir vrijeme ukrcaja i iskrcaja, te moguća zadržavanja i sama vožnja tijekom obrta. Dakle, to je brzina koju ostvaruje prijevozno sredstvo radeći obrte između početne i završne točke u procesu prijevoza.

$$V_o = \frac{PSL}{HPS_o} \quad (15)$$

Vrijeme obrta može se izraziti sljedećom formulom:

$$HPS_o = hps_{vo} + hps_{uio} + hps_{zo} \quad (16)$$

gdje je:

HPS_o – vrijeme obrta

hps_{vo} – vrijeme vožnje u obrtu

hps_{uio} – vrijeme trajanja ukrcaja i iskrcaja u obrtu

hps_{zo} - vrijeme ostalih zadržavanja u obrtu.[6]

5.4. Analiza nazivne nosivosti prijevoznih sredstava

5.4.1. Koeficijent statičkog opterećenja (γ_s)

Koeficijent statičnog opterećenja prijevoznih sredstava je količnik koji se dobije dijeljenjem stvarnog i mogućeg (nazivnog) opterećenja. Slijedom toga, koeficijent statičnog opterećenja bio bi:

$$\gamma_s = \frac{Q}{q_n * n_y} \quad (17)$$

gdje je:

Q – ukupna količina tereta

q_n – nazivna nosivost prijevoznog sredstva

n_y – broj vožnji s teretom. [6]

5.4.2. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti (γ_d)

Koeficijent dinamičkog iskorištavanja korisne nosivosti prijevoznih sredstava je količnik koji se dobije dijeljenjem ostvarenog i mogućega prometnog učinka. To znači da za razliku od koeficijenta statičnog iskorištenja nazivne nosivosti koji se dobiva s pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje ne samo stvarno prevezenu robu, već i udaljenosti na kojima se roba prevozi. Dakle, nedostatno iskorištenje nazivne nosivosti prijevoznog sredstva utječe na gubitak prometnog učinka, i to sve više što je udaljenost prijevoza veća. Slijedom toga koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti bio bi:

$$\gamma_d = \frac{U}{q_n * PSL_t} \quad (18)$$

gdje je:

U – ostvareni prijevozni učinak

q_n – nazivna nosivost prijevoznog sredstva

PSL_t - prijedeni put prijevoznog sredstva sa teretom.[6]

6. ULOGA GIS-A U FUNKCIJI UPRAVLJANJA VOZNYM PARKOM

Spajanje različitih tehnologija, u prvom redu informatičkih i komunikacijskih dovelo je do razvoja različitih satelitskih sustava, kao što su satelitska i mobilna navigacija. Na taj način omogućen je ogroman utjecaj na upravljnje raznim korisnim informacijama i vođenje poslova.

Kao jedan od aspekata satelitske navigacije pojavili su se sustavi za upravljanje voznyim parkom. Korištenje tih sustava posljedica je razvoja informacijskih tehnologija koje su dosegle potrebnu razinu da se mogu primjeniti u transportnim kompanijama. S druge strane, u samim kompanijama javila se potreba za kontrolom i razvijanjem sustava koji utječu na optimalno upravljanje voznyim parkom. Ti sustavi predstavljaju tehnološki naprednu metodu lociranja i praćenja udaljenih vozila, te pomažu u upravljanju voznyim parkovima putem kontroliranja zapisa o vožnji i utrošenom vremenu. Na taj način se eliminiraju dugotrajni postupci ručnog ispunjavanja dnevnika vožnje, jer se informacije prikupljaju kontinuirano digitalnim putem.

Iako postoji veliki broj različitih telematičkih sustava svaki od tih sustava predstavlja različite kombinacije tri osnovne komponente:

1. Hardver – uređaji koji su fizički postavljeni na vozilu i u službi u kojoj se vrši prikupljanje podataka
2. Prijenos podataka – način na koji se svaki podatak koji je prikupljen prenosi sa vozila do službe za prikupljanje podataka
3. Upravljački softver – način na koji se ovi prikupljeni podaci pretvaraju u niz korisnih informacija neophodnih za uspješno poslovanje samog preduzeća.[11]

Prema tome takav sustav omogućava izradu detaljnih analiza i izvještaja o aktivnostima vozila, samim time i učinkovitije upravljanje i donošenje odluka koje su utemeljne na konkretnim podacima.

6.1. Očekivanja korisnika sustava za upravljanje voznyim parkom

Konkretna očekivanja potencijalnih korisnika razlikuju se ovisno o poslovnoj politici i konkretnim poslovnim procesima koji se odvijaju kod pojedinih poslovnih subjekata. Međutim generalno gledano očekivanja se mogu svesti na želju za smanjenjem troškova na način da se transportni procesi optimiraju. U nastavku je navedeno nekoliko činjenica koje

predstavljaju unaprijeđenje poslovanja transportnih tvrtki nakon uvođenja sustava za upravljanje voznim parkom:

- povećanje prihoda po prijeđenom kilometru
- redukcija praznog hoda vozila
- redukcija troškova rada
- redukcija u potrošnji goriva
- mogućnost rada sa različitim teretom
- mogućnost dodatnog korištenja vozila tijekom putovanja
- informacije o točkama početka i završetka isporuke robe
- informacije o vremenu utrošenom za pojedine aktivnosti [12]

Najčešći zahtjevi dispečera u prijevozničkim tvrtkama odnose se na mogućnost detaljnog planiranja ruta svakog vozila, te sukladno tome i smanjenje broja prijeđenih kilometara. Preduvjeti za to su mogućnost komunikacije sa vozačima za vrijeme obavljanja prijevoza, lociranje vozila u svakom trenutku, te mogućnost promjene rute vozila s obzirom na trenutačne zahtjeve klijenata.

6.2. Vrste uređaja i opreme za upravljanje voznim parkom

Sve veća kompleksnost prijevozničkih procesa za sobom povlači potrebu za informacijskom pomoći u upravljanju voznim parkom. Ponuda informatičkih sustava na tržištu je raznolika, međutim svi se temelje na GPS (Global Positioning System- Globalni pozicijski sustav) tehnologiji. Sustavi za upravljanje voznim parkom se mogu podijeliti u tri osnovne grupe.

6.2.1. Usko specijalizirani sustavi za praćenje

Ovaj tip uređaja ima veoma ograničene mogućnosti pa uz lociranje vozila pruža samo nekoliko dodatnih mogućnosti. To je prvenstveno mogućnost povezivanja sa osobnim računalom što omogućava praćenje i unos raznih karti i lokacija pohranjenih na računalu.

Karakteristike ove grupe uređaja:

- praćenje GPS parametara
- sustav prikazivanja trenutne lokacije
- veza sa osobnim računalom

- nemogućnost spajanja sa dodatnim uređajima. [12]

6.2.2. Srednja klasa uređaja za praćenje

Za razliku od predhodnih, ovi uređaji nude malo širi spektar usluga što podrazumijeva i komunikaciju između uređaja na terenu i u centru za praćenje i upravljanje. Komunikacijske usluge su najčešće u obliku SMS-a i omogućuju prijenos ograničenog broja informacija zbog malog kapaciteta takve komunikacijske tehnologije. Vozač u vozilu ima terminal na koji prima poruke od svog dispečera.

Karakteristike ove grupe uređaja:

- praćenje GPS parametara
- sustav prikazivanja trenutne lokacije
- veza sa osobnim računalom
- dopušten ograničen broj senzora za povezivanje sa drugim elektroničkim uređajima
- jednostavna komunikacijska tehnologija
- ograničen opseg informacija. [12]

6.2.3. Profesionalni uređaji za praćenje

Ova vrsta uređaja predstavlja naprednu komunikacijsku tehnologiju sa ugrađenim internet protokolima koji omogućavaju otvorenost sustava za daljnju nadogradnju. Uz pomoć takve tehnologije moguće je korištenje dodatnih uređaja u vozilu (printer, laptop) koji su povezani sa sustavom. Također je moguće spajanje sa sustavima za odabir najbolje rute, pa vozač na terminalu u vozilu ima ucrtanu rutu kojom se mora kretati do odredišta. Velika prednost ovakvog sustava je i mogućnost glasovne komunikacije sa dispečerom jer se znatno smanjuju troškovi telefonske komunikacije. Na taj način postiže se visok stupanj automatizacije procesa.

Karakteristike ove grupe uređaja:

- praćenje GPS parametara
- sustav prikazivanja trenutne lokacije
- velik broj senzora za povezivanje sa drugim elektroničkim uređajima
- napredna komunikacijska tehnologija (GPRS)
- internet protokoli
- glasovna komunikacija

- širok opseg informacija i otvorenost za daljnju nadogradnju. [12]

6.3. Implementacija sustava za upravljanje voznim parkom

Implementacija sustava za upravljanje voznim parkom ovisi o nizu faktora koji su prije svega povezani sa karakteristikama voznog parka pojedinog poduzeća koje planira implementirati sustav. Zato je potrebno unaprijed definirati ciljeve i zahtjeve koje sustav mora ispuniti, ali isto tako poznavati mogućnosti informacijskog sustava i sva rješenja koja može ponuditi. Naime, treba imati na umu da implementacija suvremenih sustava predstavlja veliku financijsku investiciju i neophodna je izrada kalkulacije o isplativosti takve investicije. Primjerice ako se radi o voznom parku sa relativnom malim brojem vozila (manje od 10), koja radno djeluju samo na području pojedinih regija u zemlji, teško je očekivati ostvarenje znatnih ušteda u kratkom vremenskom roku. To je još izraženije ako se radi o malim dostavnim vozilima čija eksploatacija ne stvara troškove kao primjerice eksploatacija tegljača sa poluprikolicom. Za takav vozni park bit će dovoljno implementirati usko specijalizirani sustav za praćenje uz pomoć kojega se može pratiti svako vozilo te se on može povezati sa osobnim računalom.

Ako je riječ o voznom parku sa primjerice 50 tegljača koji prevoze robu na području Europe, za očekivati je da će implementacija profesionalnog sustava za upravljanje sa suvremenom tehnologijom donijeti značajne uštede već u kratkom vremenskom razdoblju. Tu se misli na smanjenje prijeđenog puta po vozilu odabirom najbolje rute, smanjenje potrošnje goriva, smanjenje vremena trajanja obrta vozila, povećanje angažiranosti vozila, te optimalna iskorištenost nosivosti vozila.

Također je potrebno analizirati na koji način funkcioniraju procesi u tvrtki, odnosno kakve zahtjeve imaju pojedini klijenti. Kada se radi o klijentima čija roba zahtijeva prijevoz pod određenim temperaturnim režimom, potrebna je implementacija određenog sustava preko kojeg će u svakom trenutku biti moguć uvid u trenutno stanje rashladnog prostora vozila. To je u većini slučajeva i početni zahtjev koji treba ispuniti kako bi prijevoznik mogao prevoziti takvu robu za određenog klijenta. U tom slučaju prijevoznik je zapravo primoran na implementaciju sustava koji će ispuniti tražene zahtjeve.

Prilikom uvođenja sustava za upravljanje voznim parkom važni su sljedeći elementi:

- analiza postojećeg stanja voznog parka i njegove organizacije
- definiranje prioriteta tvrtke
- analiza postojećih troškova po vozilu

- analiza dobavljača opreme i uređaja prema zahtjevima koje treba ispuniti
- analiza mogućnosti daljnje nadogradnje sustava
- provođenje faze testiranja na pojedinim vozilima te usporedba sa stanjem prije i za vrijeme uporabe sustava
- implementacija sustava na cjelokupni vozni park ako ispunjava sve postavljene zahtjeve. [12]

Kada se sagledaju svi navedeni elementi potrebno je donijeti odluku koliko suvremen sustav je potrebno instalirati s obzirom na tehničko-tehnološke karakteristike voznog parka te postavljene zahtjeve koje sustav mora ispuniti.

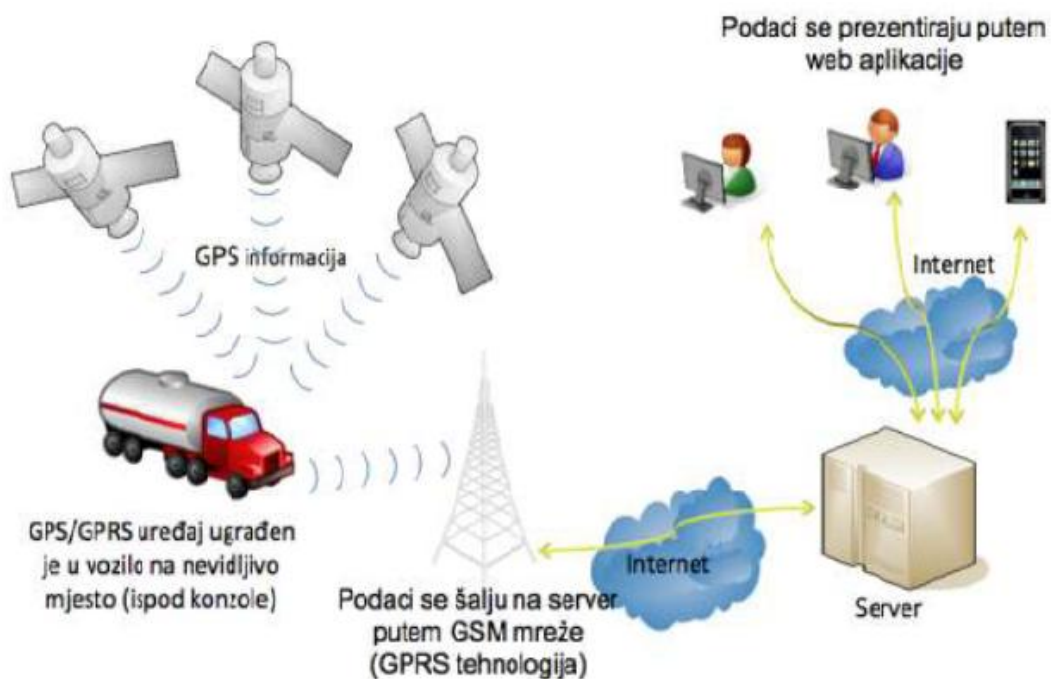
6.4. Karakteristike sustava za upravljanje voznim parkom „Smartivo“

Sustav „Smartivo“ razvijen je od strane tvrke „Praćenje vozila d.o.o.“ te se koristi za satelitsko praćenje vozila i upravljanje voznim parkom. Temelji se na GPS i GPRS tehnologiji i u realnom vremenu prosljeđuje ključne informacije o vozilu, omogućuje stalni nadzor nad voznim parkom te neprestanu interakciju s vozačem.

Sustav se sastoji od:

- mobilnog GPS/GPRS uređaja ugrađenog u vozilo na skriveno mjesto (ispod konzole)
- servera za prihvatanje podataka od mobilnih jedinica
- web aplikacije za korisnike sustava.

Mobilni GPS/GPRS uređaj ugrađen u vozilo na temelju GPS podataka određuje svoju lokaciju, smjer i brzinu kretanja, te putem GSM mreže dojavljuje navedene podatke na server. Korisnik sustava sve informacije dobiva putem web aplikacije, te nema potrebe za vlastitom IT infrastrukturom, serverima i održavanjem.[11]



Slika 6. Konceptualni prikaz sustava „Smartivo“

Izvor: [11]

Mogućnosti sustava su te dapruža informacije o trenutnoj lokaciji, brzini i statusu svih vozila, zadavanje rute vozaču, kontrola goriva(kupljeno-utočeno-potrošeno), preuzimanje podataka sa digitalnog tahografa. Također može za određenu vrstu vozila, kao što su hladnjače, prikazati njenu temperaturu te otvorenost/zatvorenost njenog tovarnog prostora.

„Smartivo“ sustav omogućuje detaljan uvid korištenja vozila u privatne i poslovne svrhe. Sustav prikazuje korištenje vozila u privatne i poslovne svrhe za određeni vremenski period na način da odvoji privatno od poslovnog korištenja vozila. Korisnik se može odlučiti čak i za ugradnju sklopke(prekidača) u vozilo kako bi se vozači potaknuli da evidentiraju svako korištenje vozila u privatne svrhe.

„Smartivo“ sustav omogućuje besplatnu dvosmjernu komunikaciju između vozača i centrale, pri čemu Garmin navigacijska jedinica u vozilu služi kao terminal s touch-screen tipkovnicom. Sustav također omogućuje i komunikaciju između dva ili više vozača. Neograničena komunikacija putem sustava značajno smanjuje troškove telefonskih računa vozača koji putuju u inozemstvo.[11]

7. PROBLEM USMJERAVANJA VOZILA U TVRTKI „MM MESNA INDUSTRIJA“

Problem usmjeravanja vozila je zajednički naziv za probleme planiranja prometnih ruta prilikom dostave i prikupljanja ljudi ili dobara (distribucija robe široke potrošnje na dnevnoj bazi, poštanska vozila, odvoz smeća, dostava novina i sl.). Problem se sastoji od skupa korisnika koje treba obići poštivajući zadana ograničenja, a rješenje predstavlja skup ruta koje će umanjiti troškove obilaska korisnika.

Najčešća ograničenja su raspoloživi broj vozila, kapacitet svakog vozila, ali i ograničenja postavljena od svakog korisnika posebno (zahtijevana količina robe, određeno vrijeme utovara odnosno istovara i dr.). [7]

Primarni cilj optimalnog usmjeravanja vozila je smanjenje troškova distribucije. Danas na tržištu postoji čitav niz softverskih rješenja za dinamičko rutiranje vozila uz pomoć kojih je moguće ostvariti znantne uštede. Takva rješenja posebno su interesantna za implementaciju tvrkama koje na dnevnoj bazi imaju stotine naloga za otpremu i lokacija na koje robu treba dostaviti.

Manje tvrtke koje nemaju toliki obujam posla na dnevnoj bazi, često si ne mogu priuštiti takva softverska rješenja. U takvim slučajevima kad ne postoji nikakav sustav za određivanje optimalnih ruta vozila, uštede se mogu postići primjerice usmjeravanjem vozila pomoću matrice skraćanja prijevoznog puta. Takava metoda ne iziskuje veliko investiranje a opet je moguće ostvariti uštede. Problem je što rukovodeći ljudi u manjim tvrtkama najčešće zbog nedovoljne educiranosti nisu toga ni svjesni, pa se velik broj takvih poslovnih subjekata prilikom rutiranje vozila oslanja na iskustvo, što često nije najbolje rješenje.

U nastavku ovog rada prikazana je problematika usmjeravanja vozila u tvrtki „MM Mesna industrija“.

7.1. Opis tvrtke

MM Mesna industrija d.o.o. je hrvatsko poduzeće sa dugogodišnjom tradicijom u proizvodnji i prodaji mesa i mesnih prerađevina. Poduzeće je u 100%-om privatnom vlasništvu i smješteno je u Gornjem Prekrižju, naselju udaljenom od Zagreba oko 50 kilometara. Tvrtka u svoj pogon doprema žive životinje, obavlja njihovo klanje i preradu u različite mesne prerađevine, koje zatim distribuira prema krajnjima korisnicima, preko vlastitih prodavaonica i mesnica, te preko svojih partnera. Proizvode mesne prerađevine od živih životinja, pa tako u svom asortimanu imaju svježu svinjetinu, govedinu i teletinu, kobasice salame i ostale mesne prerađevine. Valja napomenuti kako je tvrtka orijentirana na proizvodnju visoko kvalitetne hrane koja dolazi prvenstveno sa hrvatskih farmi od provjerenih dobavljača. 1974. godine započinje povijest tvrtke kada je Milivoj Medven osnovao obrt i počeo s radom kao mala klaonica, u kojoj se nije vršila prerada mesa. 1995. godine krenula je proizvodnja mesnih prerađevina. 2007. godine se krenulo sa značajnim investicijskim ulaganjima u razvoj proizvodnje, pa je započela izgradnja i opremanje nove klaonice, te renoviranje proizvodnog pogona za prerađevine. 2008. godine puštena je u rad nova klaonica i prošireni proizvodni pogon, a 2010. godine počeo je izvoz mesnih prerađevina u Bosnu i Hercegovinu, a posljednjih godina šire se i na slovensko tržište.

7.2. Mreža poslovnih partnera

Što se tiče dobavljača, tvrtka surađuje sa nekoliko svinjogojski i stočarskih farmi na području Osječko-baranjske, Brodsko-posavske i Požeško-slavonske županije iz kojih se opskrbljuje sa živim životinjama. Ugovorom imaju definirane količine živih životinja godišnje te cijenu po kojoj ih otkupljuju. U situacijama kada u Hrvatskoj ne mogu zadovoljiti svoju potražnju, uvoze meso za preradu iz inozemstva gdje imaju svoje poslovne partnere. Glavni partneri preko kojih distribuira gotove proizvode su im trgovački lanci Konzum, Interspar, Kaufland, Plodine, Diona, Metro i Getro. Manji dio distribucije obavljaju preko 8 vlastitih mesnica u Zagrebu, Osijeku, Karlovcu, a imaju i prodavaonicu na malo u samom proizvodnom pogonu u Gornjem Prekrižju. 2011. su počeli razvijati i svoj lanac prodavaonica, pa i u njima nude svoje mesne prerađevine.

7.3. Analiza distribucije i postojećih robnih tokova

Generalno gledano, robne tokove možemo podijeliti na dva osnovna dijela. Prvi se sastoji od dopreme živih životinja do klaonice i proizvodnog pogona, a drugi predstavlja transport gotovih mesnih prerađevina do mjesta njihove prodaje. Za potrebe ovog diplomskog rada promatrat će se distribucija gotovih proizvoda do mjesta prodaje.

Distribucija se obavlja iz jedne lokacije (proizvodni pogon u Gornjem Prekrižju) i to za neke procesne lance svakodnevno, a za neke svaka dva dana. Tako se primjerice opskrba na području Zagrebačke regije, Zagorja, Međimurja, Gorske Hrvatske, te Istre, Riječkog područja i središnje Dalmacije obavlja svakodnevno. Opskrba udaljenih lokacija, gdje se podrazumijeva područje istočne Slavonije (otprilike od Požege pa dalje), južne Dalmacije (Split, Dubrovnik), te Bosne i Hercegovine (gdje su glavne lokacije Mostar i Sarajevo) obavlja se svaka dva dana jer u suprotnom nebi bila isplativa. U tom slučaju se koriste veća dostavna vozila kao bi se mogla dopremiti roba dostatna za dva dana potrošnje.



Slika 7. Grafički prikaz distribucije MM proizvoda

Izvor: [15]

Tvrtka „MM Mesna industrija“ svojom poslovnom politikom prvenstveno je orijentirana na proizvodnju, a transport odnosno distribuciju proizvedenih proizvoda drži kao uslugu dodane vrijednosti u svom poslovanju. Sukladno tome distribuciji je posvećeno i manje pažnje a posljedica toga je pomalo neorganiziran način otpreme robe. Naime, tvrtka nema točno definirane rute kojima se pojedino vozilo kreće prilikom dostavljanja robe do prodajnih mjesta. Taj segment je najvećim dijelom prepušten iskustvu, procjeni i volji vozača. To funkcionira na način da vozač prilikom ukrcaja dobije pojedinačnu otpremnicu za svaku lokaciju koju mora obići u toj ruti. Na otpremnici se nalazi adresa dostave te vrsta i količina robe koju mora isporučiti. Primjer jedne takve otpremnice prikazan je na sljedećoj slici.



MM MESNA INDUSTRIJA D.O.O. | Sjedište: 10454 Krašić, Gornje Prekrižje 4
MBS: 080747736 | OIB: 18873787961 | MB: 2709848 | PDV ID: HR18873787961
Upisano u trgovački sud u Zagrebu | Direktor Milivoj Medven zastupa društvo pojedinačno i samostalno | Temeljni kapital: 1.625.500,00 kuna, uplaćen u cijelosti
IBAN ZABA: HR5623600001102181068 | IBAN HYPO: HR7525000091101341366
www.mm-medven.com | e-mail: milivoj.medven@mm-medven.com
Nabava: tel. 01/6270-258, fax. 01/6270-498 | Računovodstvo: tel. 01/6281-250, fax. 01/6281-251

Platitelj:

Primatelj:

DINOVA-DIONA D.O.O.
DONJE SVETICE 127

HR-10000 ZAGREB

OIB: 41112127430

21 DIONA P-21 ZAGREB
21 DINOVA-DIONA P-21 M.TRNINE ZAGREB
MILKE TRNINE 11 A, ZAGREB

HR-10000 ZAGREB

OIB:

Datum: 10.08.2015

Narudžbenica: 1508011997823

Otpremnica br. 26587-001-5

Interni broj: 15-3010-026588

R.Br.	Šifra	Naziv	Dob.šif.	MJ	Količina	Cijena	Rabat	PDV(%)	Vrijednost
1.	200018	SVINJSKI BUT BK LOT: 150807HR		KG	15,700	23,00	0,00	25,00	451,38
2.	200085	SVINJ.SLABINA I LEĐA S VRATOM LOT: 150807HR		KG	18,000	23,00	0,00	25,00	517,50
3.	300027	JUNECI VRAT BK LOT: 150807CZ		KG	4,600	41,00	0,00	25,00	235,75
4.	300012	JUNECI BUT BK LOT: 150807CZ		KG	11,800	48,00	0,00	25,00	708,00
5.	01	EURO 2 VRAĆENO: _____		KOM	4,000	29,50	0,00	25,00	147,50

Iznos: 1.648,10

PDV: 412,03

Ukupno: 2.060,13

OBJEKT OTPREME: HR 136 EU

Robu predao:

Robu primio:

Registrirani korisnik: MM MESNA INDUSTRIJA | Obrasci: A1D



Jedina naša tajna je kvaliteta.

Strana 1/1

Slika 8. Primjer otpremnice tvrtke MM Mesna industrija

Izvor: fotografirao autor

Gotovo svaki vozač robu dostavlja na preko deset različitih lokacija, pa prema tome dobije isto toliko ovakvih otpremnica. Nadalje, on sam odlučuje kojom rutom i kojim redoslijedom će obići sva dostavna mjesta, s obzirom na trenutno stanje u prometu i dogovor sa rukovodećim ljudima na prodajnim mjestima na koja dostavlja robu.

Vozni park sastoji se od oko 40 dostavnih vozila za distribuciju gotove robe. S obzirom da roba koja se prevozi zahtjeva određeni temperaturni režim, sva vozila za dostavu imaju sanduke sa rashladnim uređajem, tzv. hladnjače. Na stropu hladnjače se nalaze vodilice sa kukama za prijevoz mesa na koje se mogu objesiti primjerice svinjske polovice prilikom transporta. Hladnjače su opremljene rashladnim sustavima „thermo king“ te imaju mogućnost rada na temperaturnom režimu od -25 do +30 stupnjeva, međutim svježe meso se prevozi najčešće na temperaturi između +2 i +7 stupnjeva, dok se smrznuto prevozi na režimu od -7 do -2 stupnja.

Kada je riječ o sastavu voznog parka, najzastupljeniji su kamioni marke Mercedes (Actros i Atego), te kombi vozila marke Volkswagen (Crafter i Caddy), pa u nastavku slijede tehničke karakteristike nekih od njih.

Mercedes benz Atego 1223 :

Godina proizvodnje: 2004

Najveća dopuštena masa: 6825 kg

Nosivost vozila: 2750 kg

Masa praznog vozila: 4075 kg

Snaga kw / ps: 170 / 230

Vrsta motora: DIESEL - EURO III

Broj osovina: 2

Maksimalna brzina: 100 km/h



Slika 9. Mercedes benz Atego 1223

Izvor: fotografirao autor

Mercedes benz Actros 1831:

Godina proizvodnje: 2002

Najveća dopuštena masa: 13420 kg

Nosivost vozila: 6950 kg

Masa praznog vozila: 6470 kg

Snaga kw / ps: 227 / 310

Vrsta motora: DIESEL - EURO III

Broj osovina: 2

Maksimalna brzina: 100 km/h



Slika 10. Mercedes benz Actros 1831

Izvor: fotografirao autor

Volkswagen Crafter:

Godina proizvodnje: 2006

Najveća dopuštena masa: 3500 kg

Nosivost vozila: 1804 kg

Masa praznog vozila: 1696 kg

Snaga kw / ps: 80 / 109

Vrsta motora: DIESEL - EURO IV

Broj osovina: 2

Maksimalna brzina: 140 km/h



Slika 11. Volkswagen Crafter

Izvor: fotografirao autor

7.4. Metoda usmjeravanja vozila pomoću matrice skraćenja prijevoznog puta

Osnovni cilj, odnosno kriterij optimalnosti usmjeravanja vozila predstavlja zadovoljenje narudžbi po količini i rokovima isporuke, uz minimalna utrošak resursa. To bi značilo zadovoljnje narudžbe sa što manjim brojem vozila i sa što manje prijeđenih kilometara.

Metoda usmjeravanja vozila pomoću matrice skraćenja prijevoznog puta sastoji se od sljedeća četiri koraka:

1. definiranje matrice udaljenosti,
2. definiranje matrice skraćenja,
3. definiranje ruta,
4. definiranje redoslijeda obilaska. [prije. Logisti.predavanje]

Kao što je već spomenuto, tvrtka „MM Mesna industrija“ ne koristi nikakve metode ni sustave za rutiranje svojih vozila prilikom distribucije robe. U nastavku rada će se prikazati način usmjeravanja njihovih vozila prilikom distribucije gotovih proizvoda na području Istre i Kvarnera uz pomoć matrice skraćenja prijevoznog puta.

Roba se distribuira iz proizvodnog pogona na 14 prodajnih mjesta koja su navedena u tablici 1 zajedno sa pripadajućim količina narudžbi u kilogramima, na dnevnoj bazi. Za potrebe distribucije na raspolaganju su dvije vrste vozila. Mercedes Atego nosivosti 2750 kilograma i tri Volkswagen Craftera nosivosti po 1804 kilograma. Vozila se nakon distribucije vraćaju natrag na početnu lokaciju.

Tablica 1. Lokacije prodajnih mjesta i količina narudžbi

Naziv	Oznaka	Adresa	Količina
Proizvodni pogon	LDC	Gornja Prekrižje 4, Krašić	
Kaufland	P1	Jurja Žakna 3, Pula	554
Getro	P2	Industrijska cesta bb, Pula	480
Getro	P3	Škurinjska cesta bb, Rijeka	623
Spar	P4	Franje Čandeka 8a, Rijeka	642
Diona	P5	Mate Vlašića 39, Poreč	278
Kaufland	P6	Novigradska ulica 22, Umag	750
Getro	P7	Ungarija bb, Umag	413
Plodine	P8	Fažanska 2, Rovinj	420
Konzum	P9	Sveti Martin 6, Vrsar	288
Konzum	P10	Istarska ulica 61, Vodnjan	312
Plodine	P11	Kotorska bb, Crikvenica	445
Plodine	P12	Kastavska cesta 19, Matulji	280
Plodine	P13	Štrmac bb, Labin	349
Diona	P14	Trg fontana 8, Buzet	168

Prvi korak za usmjeravanje vozila pomoću matrice skraćanja prijevoznog puta je definiranje matrice udaljenosti između svakog para prodajnih lokacija, uz pretpostavku simetričnosti, odnosno da je udaljenost između lokacije P1 i P2 jednaka udaljenosti između P2 i P1. Te udaljenosti su izračunate uz pomoć aplikacije „Google karte“ i prikazane u tablici 2 u kilometrima.

Tablica 2. Matrica udaljenosti

	LDC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
LDC	0														
P1	243	0													
P2	246	2	0												
P3	141	101	102	0											
P4	142	103	104	1	0										
P5	225	56	55	87	86	0									
P6	237	83	82	99	98	30	0								
P7	240	84	83	100	99	31	1	0							
P8	226	38	37	88	87	33	66	65	0						
P9	232	11	10	93	92	44	71	70	23	0					
P10	233	10	9	94	93	45	72	71	22	1	0				
P11	146	139	138	38	39	122	134	133	123	127	126	0			
P12	149	92	91	11	12	79	91	90	79	84	83	44	0		
P13	195	43	42	57	56	61	88	87	55	37	36	90	48	0	
P14	187	84	83	49	48	43	50	51	61	72	71	82	40	49	0

Sljedeći korak je definiranje matrice skraćjenja. Ona predstavlja skraćjenje prijevoznog puta (S) koje se postiže obilaskom dva prodajna mjesta (P) istim vozilom, odnosno konsolidacijom dvije narudžbe na istoj ruti. Skraćjenje prijevoznog puta $S(P_x, P_y)$ postiže se spajanjem ruta $LDC-P_x-LDC$ i $LDC-P_y-LDC$ u jednu rutu $LDC-P_x-P_y-LDC$, te se izračunava iz matrice udaljenosti na temelju sljedećeg izraza: $S(P_x, P_y) = d(LDC, P_x) + d(LDC, P_y) - d(P_x, P_y)$.

Tablica 3. Matrica skraćjenja

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
P1	0													
P2	487	0												
P3	283	286	0											
P4	282	285	282	0										
P5	412	415	279	281	0									
P6	397	400	279	281	432	0								
P7	399	402	281	283	434	476	0							
P8	431	434	279	281	418	397	401	0						
P9	464	467	280	282	413	398	402	435	0					
P10	466	469	280	282	413	398	402	437	464	0				
P11	250	253	249	249	249	249	253	249	251	253	0			
P12	300	303	279	279	295	295	299	296	297	299	251	0		
P13	395	398	279	281	359	344	348	366	390	392	251	296	0	
P14	346	349	279	281	369	374	376	352	347	349	251	296	333	0

Treći korak se odnosi na definiranje ruta. Rute se određuju iterativnim postupkom na način da se svakom prodajnom mjestu dodijeli posebna ruta. Međutim prodajna mjesta se spajaju na nove moguće rute sve dok njihova potražnja ne prelazi kapacitet vozila. Pravilo je da se u svakoj iteraciji kombiniraju rute čijim se spajanjem ostvaruje najveće skraćenje prijevoznog puta, te se postupak ponavlja dok se ne obiđu sva prodajna mjesta.

U prvoj iteraciji najveće skraćenje 487 se ostvaruje spajanjem ruta P1 i P2. Kombinacija je moguća jer ukupna potražnja iznosi 1034 kilograma što je manje od nosivosti vozila (2750 kg) pa se rute povezuju u novu moguću ruta a skraćenje 487 se isključuje iz daljnjeg promatranja.

Sljedeće najveće skraćenje je 476 i ostvaruje se spajanjem ruta P6 i P7. Kombinacija je moguća jer ukupna potražnja iznosi 1363 kg što je manje od nosivosti vozila. To je ujedno i nova moguća ruta.

Sljedeće najveće skraćenje iznosi 469 i ostvaruje se spajanjem ruta P2 i P10. S obzirom da je ruta P2 već spojena sa rutom P1, njima se dodaje ruta P10 i dobiva se ruta P1 - P2 - P10 ukupne potražnje 1346 kilograma što još uvijek zadovoljava ograničenje nosivosti vozila od 2750 kilograma.

Nakon toga slijedi skraćenje 467 spajanjem rute P9 i P2 i dobiva se ruta P1 – P2 – P10 – P9 ukupne potražnje 1634 kilograma.

Slijedi skraćenje 466 spajanjem rute P1 i P10 te skraćenje 464 spajanjem rute P1 i P9 i spajanjem rute P10 i P9 međutim one sve već jesu na zajedničkoj ruti.

Sljedeće najveće skraćenje iznosi 437 i ostvaruje se spajanjem rute P8 i P10 na način da se ruta P8 dodaje postojećoj ruti na kojoj se već nalazi ruta P10 pa nova moguća ruta glasi P1 – P2 – P10 – P9 – P8 a ukupna potražnja joj iznosi 2054 kilograma. Skraćenje 435 ostvaruje se spajanjem ruta P9 i P8 međutim one su već spojene na istoj ruti.

Spajanjem ruta P7 i P5 ostvaruje se skraćenje 434 pa nova moguća ruta glasi P6 – P7 – P5.

Radi ubrzanja postupka dalje se razmatraju skraćnja na neraspoređenim rutama. Najveće se ostvaruje spajanjem ruta P2 i P13 te je sada moguća ruta P1 – P2 – P10 – P9 – P8 – P13 ukupne potražnje 2403 kilograma.

Sljedeće najveće skraćenje iznosi 376 i ostvaruje se spajanjem ruta P7 i P14 pa je rezultirajuća ruta sada P6 – P7 – P5 – P14 ukupne potražnje 1609 kilograma.

Spajanjem ruta P2 i P12 ostvaruje se skraćenje 303 pa nova moguća ruta glasi P1 – P2 – P10 – P9 – P8 – P13 – P12 a ukupna joj potražnja iznosi 2683 kilograma. S obzirom da je na raspolaganju jedno dostavno vozilo dopuštene nosivosti 2750 kilograma, ova ruta se zatvara i više joj se nemogu dodavati nove rute. Naime, potražnja prodajnih mjesta koja još nemaju definiranu rutu prelazi preostalu raspoloživu nosivost vozila.

Također iz istog razloga se zatvara P6 – P7 – P5 – P14 ukupne potražnje 1609 kilograma jer je na raspolaganju ostalo vozilo nosivosti 1804 kilograma i dodavanjem sljedećeg prodajnog mjesta bila bi prekoračena najveća dopuštena nosivost.

Neraspoređene su ostale rute P3, P4 i P11 koje se zbog navedenog ograničenja nosivosti raspoloživih dostavnih vozila ne mogu pripisati postojećim rutama, pa se one spajaju u novu rutu P3 – P4 – P11 sa ukupnom potražnjom 1710 kilograma. Na toj ruti je također ukupna potražnja manja od nosivosti vozila pa je prijevoz moguće realizirati.

Nakon provedenog postupka definiranja ruta, došlo se do rješenja kako su potrebne tri rute za distribuciju robe na području Istre i Kvarnera, s obzirom na iskazanu potražnju na dnevnoj bazi, te nosivost raspoloživih vozila. Svaka ruta dodjeljuje se jednom dostavnom vozilu pa su u skladu s time potrebna tri dostavna vozila. Jedan Mercedes Atego za prvu rutu: LDC- P1-P2- P10- P9- P8- P13- P12- LDC, te dva Volkswagen Craftera drugu i treću rutu: LDC -P6- P7- P5- P14 -LDCi LDC- P3- P4- P11- LDC.

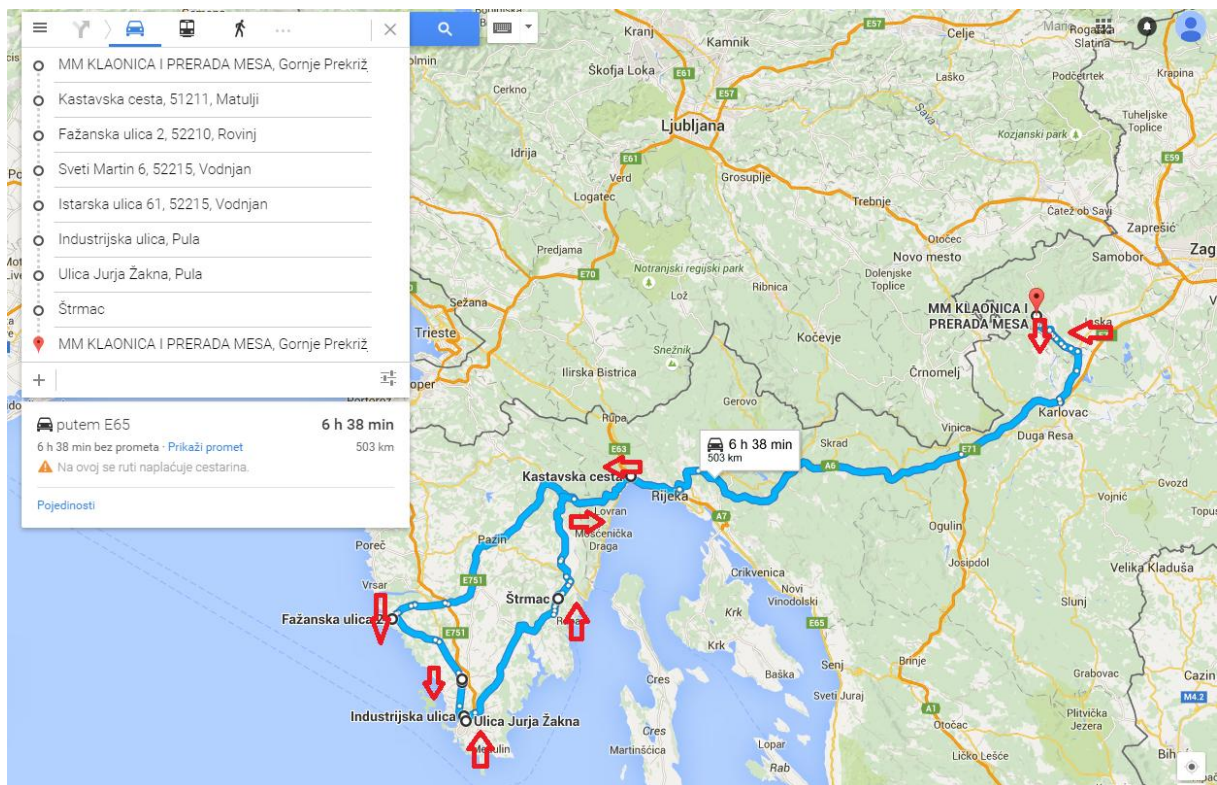
Sljedeći korak je definiranje redosljeda obilaska prodajnih mjesta koji će rezultirati najkraćim prijevoznim putom. Postupak se sastoji od određivanja inicijalnog redosljeda obilaska za svaku pojedinačnu rutu. Za to se koristi matrica udaljenosti te se metodom najbližeg susjeda određuje redosljed obilaska.

Ruta 1)

Prodajno mjesto najbliže LDC-u je P12. Najbliži susjed P12 je P8, zatim njemu je najbliži P10, pa dalje redom najbliži je P9, P2, P1, te P13 gdje je posljednje prodajno mjesto ove rute. Prema tome dobiva se inicijalni redosljed prve rute:

LDC– P12- P8- P10- P9- P2- P1- P13- LDC,

pri čemu prijevozni put iznosi: $149+79+22+1+10+2+43+195= 501$ kilometar, kao što je i prikazano na sljedećoj slici.



Slika 12. Grafički prikaz rute 1)

Izvor: [19]

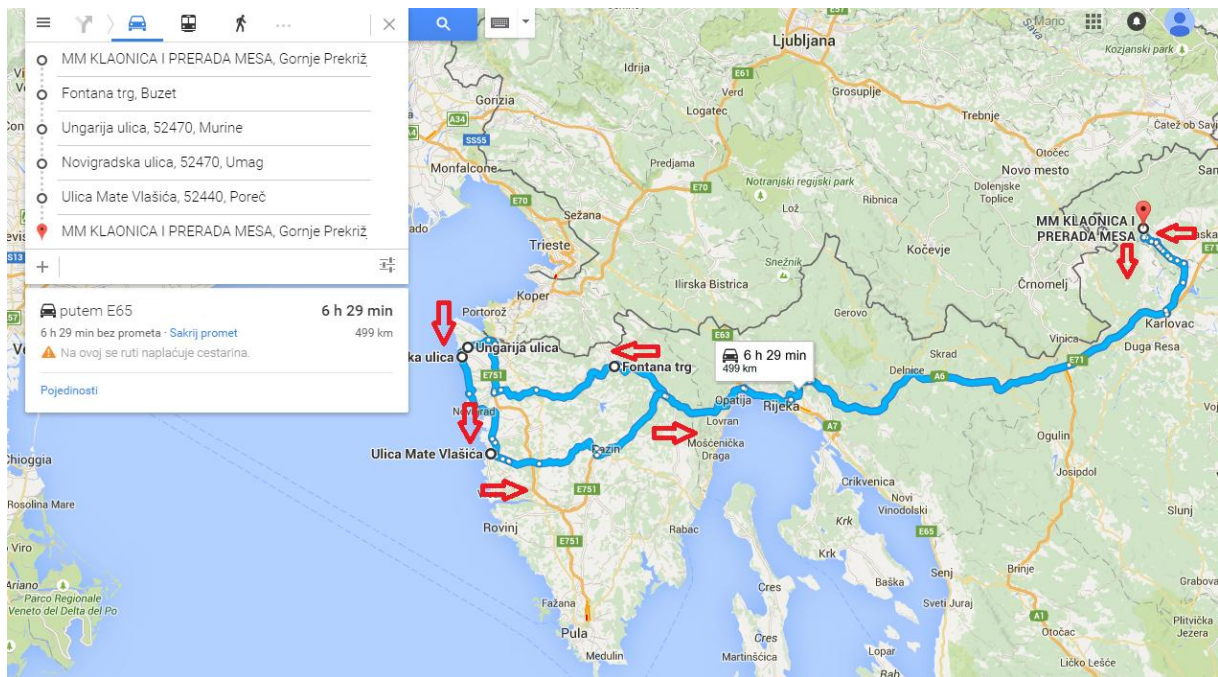
Ruta 2)

Prodajno mjesto najbliže LDC-u je P14. Najbliži susjed P14 je P5, njemu najbliži je P6 i zatim P7 gdje se nalazi posljednje mjesto dostave. Prema tome dobiva se inicijalni redosljed druge rute:

LDC- P14- P5- P6- P7- LDC,

pričemu prijevozni put iznosi: $187+43+30+1+240= 501$ kilometar.

Inicijalno rješenje se u ovom slučaju može poboljšati drugom kombinacijom obilaska prodajnih mjesta. Naime, ako se ruta posloži redosljedom LDC- P14- P6- P7- P5- LDC, prijevozni put se može smanjiti za 7 kilometara. U tom slučaju on iznosi: $187+50+1+31+225= 494$ kilometra. Prema tome kao optimalno rješenje druge rute uzima se redosljed LDC- P14- P6- P7- P5- LDC, kao što je i prikazano na slici 13.



Slika 13. Grafički prikaz rute 2)

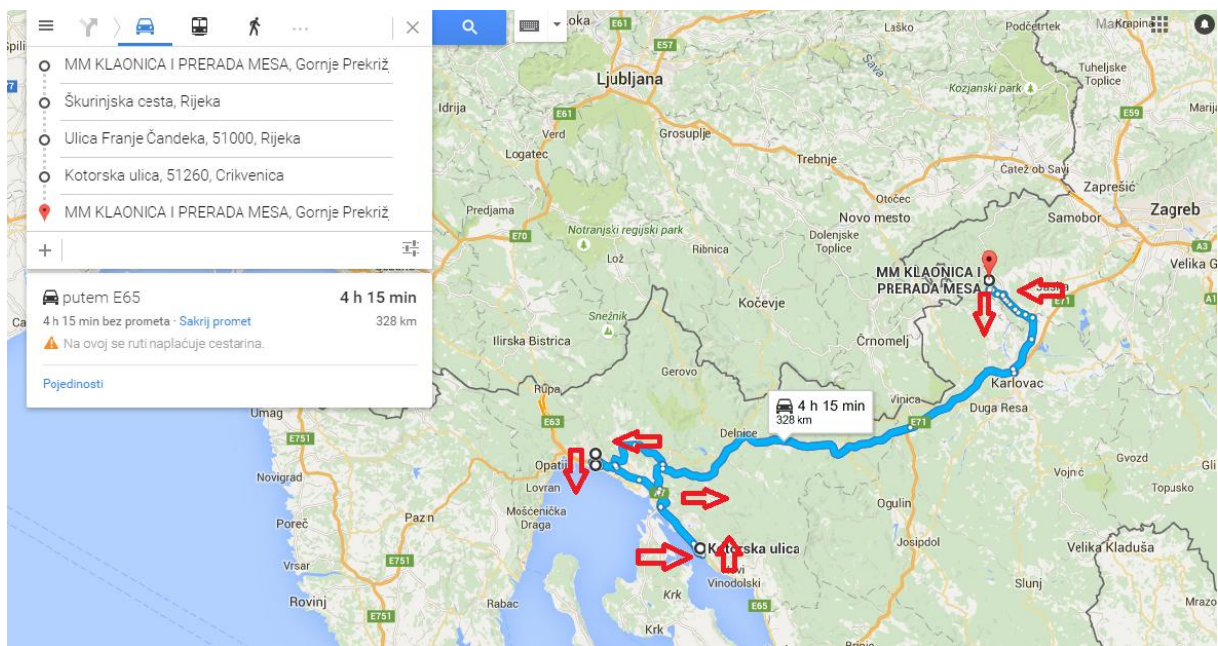
Izvor: [19]

Ruta 3)

Prodajno mjesto najbliže LDC-u je P3, njemu najbliži susjed je P4 i još ostaje P11. Prema tome metodom najbližeg susjeda dobiva se inicijalni redosljed rute:

LDC- P3- P4- P11- LDC,

pri čemu prijevozni put iznosi: $141+1+39+146= 327$ kilometara i prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 14. Grafički prikaz rute 3)

Izvor: [19]

Jesu li inicijalni rezultati dobiveni metodom najbližeg susjeda najoptimalnije rješenje može se provjeriti isprobavanjem svih drugih mogućih kombinacija obilaska prodajnih mjesta. Kod prve i treće rute rješenje dobiveno metodom najbližeg susjeda je ujedno i optimalno rješenje, dok se kod druge rute inicijalno dobiveno rješenje može poboljšati kao što je i napravljeno.

Ukupni prijevozni put dobiven zbrojem prijevoznih puteva svake pojedine rute iznosi 1322 kilometra.

8. PRIJEDLOG NOVOG MODELA DISTRIBUCIJE

Problem transporta javlja se u praksi u različitim oblicima ovisno o broju i vrsti jedinica koje se prevoze, broju i tipu prijevoznih sredstava te broju ishodišta i odredišta.

Transportni problem je takva vrsta problema za koji je potrebno organizirati prijevoz, odnosno odrediti količinu robe koju treba prevesti iz više ishodišta (mjesto gdje se nalaze jedinice kao npr. proizvodni pogoni, distribucijski centri i sl.) na više odredišta (mjesto na kojima se podmiruje potražnja, najčešće skladišta i prodajna mjesta). Optimalno rješenje transportnog problema podrazumijeva povezivanje tih izvorišnih i odredišnih čvorova postojećim transportnim putevima, na način da potražnja na svakom odredištu bude zadovoljena a trošak prijevoza minimalan. Transportnim modelom prikazuje se razdioba robnih tokova između definiranih izvorišnih i odredišnih čvorova, te se dobiva potencijalno rješenje iz kojeg izvora opskrbljivati pojedino odredište i u kojoj količini.

8.1. Problematika distribucije tvrtke „MM Mesna industrija“

Tvrtka „MM Mesna industrija“ svoje proizvode distribuira na području cijele Hrvatske i dijelu Bosne i Hercegovine samo iz jedne lokacije na kojoj se nalazi njihov proizvodni pogon. Kao što je već spomenuto poslovna politika tvrtke je da distribuciju smatraju uslugom dodane vrijednosti, a ne primarnom djelatnošću. To znači da obavljanjem distribucije nemaju cilj postići neku značajnu dobit, nego pokriti troškove a istodobno zadovoljiti potrebe svojih klijenata. Analizirajući takav način poslovanja, može se pretpostaviti da bi tvrtka uvođenjem određenih promjena u segment distribucije mogla smanjiti ukupne troškove poslovanja. Primjerice za distribuciju robe na područje Dubrovnika njihovo dostavno vozilo mora prijeći oko 1200 kilometara i pri tome potroši oko 300 litara goriva (prosječno 25 litara za 100 kilometara). Na put kreću dva vozača zbog ograničenja vezanih za dopušteno vrijeme vožnje i obavljanje obveznih odmora. Da bi takva distribucija imala smisla koriste se vozila veće nosivosti koja samim time imaju i veće gabarite, što na području uskih dubrovačkih ulica predstavlja dodatni problem, posebice za vrijeme turističke sezone. Takav proces ponavlja se 3 do 4 puta tjedno, ovisno o količinama narudžbe.

Distribuciju na području Splita obavlja samo jedan vozač, međutim najveći problem predstavlja situacija kada treba robu dostaviti na više prodajnih mjesta. U tom slučaju on

veoma često mora prekoračiti dopušteno dnevno vrijeme vožnje kako bi obavio dostavu u određenom vremenskom roku.

Slična problematika se javlja i kod distribucije proizvoda za Bosnu i Hercegovinu gdje su glavne destinacije područje Sarajeva i Mostara.

8.2. Potencijalno optimalno rješenje distribucije

S obzirom na iznesenu problematiku distribucije, posebice za najudaljenije lokacije za pretpostaviti je da bi optimalniji način distribucije omogućilo otvaranje novog izvorišnog čvora. Na temelju te pretpostavke u nastavku rada bit će prikazan transportni model distribucije sa dva izvorišna čvora iz kojih bi se vršila distribucija gotovih proizvoda na područja sljedećih gradova: Zagreb, Karlovac, Rijeka, Pula, Zadar, Split, Dubrovnik; Mostar i Sarajevo.

Prvi izvorišni čvor ostao bi i dalje na lokaciji proizvodnog pogona u Gornjem Prekrižju, dok bi se drugi čvor smjestio na području grada Knina. Osnovna zamisao je da se uz pomoć novog čvora optimizira prvenstveno distribucija na području Južne Dalmacije te Bosne i Hercegovine, jer upravo te destinacije su najudaljenije od proizvodnog pogona.

Takav sustav distribucije funkcionirao bi na način da tvrka u Kninu iznajmi prostor odgovarajućeg kapaciteta u koji bi se tegljačima dovozile mesne prerađevine, a određeni broj dostavnih vozila stalno bi bio stacioniran u tom izvorišnom čvoru za potrebe distribucije.

Model se temelji na potražnji navedenih gradova za razdoblje od jednog tjedna. To je vrijeme koje određene mesne prerađevine mogu stajati pod odgovarajućim temperaturnim uvjetima. Za razdoblje od jednog tjedna potrebno je odrediti raspored distribucije, odnosno koji će se gradovi opskrbljivati iz kojeg izvorišnog čvora, uz uvjet da potražnja bude zadovoljena u svakom gradu a troškovi distribucije minimalizirani.

Potražnja u pojedinim gradovima, kapaciteti izvorišnih čvorovate jedinični transportni troškovi prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 4. Ulazne veličine

Od / Do	Troškovi distribucije(kn/toni)									Kapacitet LDC-a
	Zagreb	Karlovac	Rijeka	Pula	Zadar	Split	Dubrovnik	Sarajevo	Mostar	
Gornje Prekrižje	218	131	602	1.069	1.147	1.579	2.517	1.963	2.225	350
Knin	1.359	1.140	1.140	1.795	486	464	1.293	1.337	1.053	100
Potražnja (tona)	65	10	22	24	18	32	30	31	13	

Potražnja na području navedenih gradova dobivena je na temelju podatka prikupljenih u tvrtki MM mesna industrija. Troškovi distribucije izračunati su na temelju cijene od 12 kuna/kilometru, uz uvjet da se roba prevozi kamionom nosivosti 2750 kilograma. Na taj način dobivena je cijena distribucije po toni. Tu treba napomenuti da je prilikom izračuna troškova distribucije iz LDC-a Knin cijena po toni uvećana za 50 kn [18] koliko iznosi usluga skladištenja tjedno.

Prije izrade matematičkog modela potrebno je provjeriti je li problem rješiv. Uvjet rješivosti je da ukupni kapacitet izvorišnih čvorova bude veći ili jednak kapacitetu svih odredišnih čvorova.

Prema tome neka je:

$$K = \sum_{i=1}^n k_i \quad \text{i} \quad P = \sum_{j=1}^m p_j$$

gdje je: n = ukupan broj LDC-a ($n = 2$)

k_i = kapacitet LDC-a na lokaciji i

K = ukupni kapacitet LDC-a

m = ukupan broj gradova koje treba opskrbiti ($m = 9$)

p_j = potražnja u gradu j

P = ukupna potražnja tržišta

Problem je rješiv ako je $K \geq P$. U ovom slučaju ukupni kapacite iznosi $K= 450$, a ukupna potražnja $P=245$, što zadovoljava uvjet rješivosti pa se prelazi na izradu matematičkog modela.

Matematički model:

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} * q_{ij} \quad (\text{funkcija cilja})$$

uz uvjete:

$$p_j = \sum_{i=1}^n q_{ij} \quad (\text{zadovoljena potražnja u svakom gradu})$$

$$k_i = \sum_{j=1}^m q_{ij} \quad (\text{opskrba iz LDC-a ograničena je njegovim kapacitetom})$$

gdje je:

t_{ij} = jedinični transportni trošak na relaciji od LDC-a na lokaciji i do grada j

q_{ij} = količina robe kojom se grad j opskrbljuje iz LDC-a na lokaciji i

m = ukupan broj gradova koje treba opskrbiti ($m = 9$)

n = ukupan broj LDC-a ($n = 2$)

k_i = mjesečni kapacitet LDC-a na lokaciji i

p_j = mjesečna potražnja u gradu j [8].

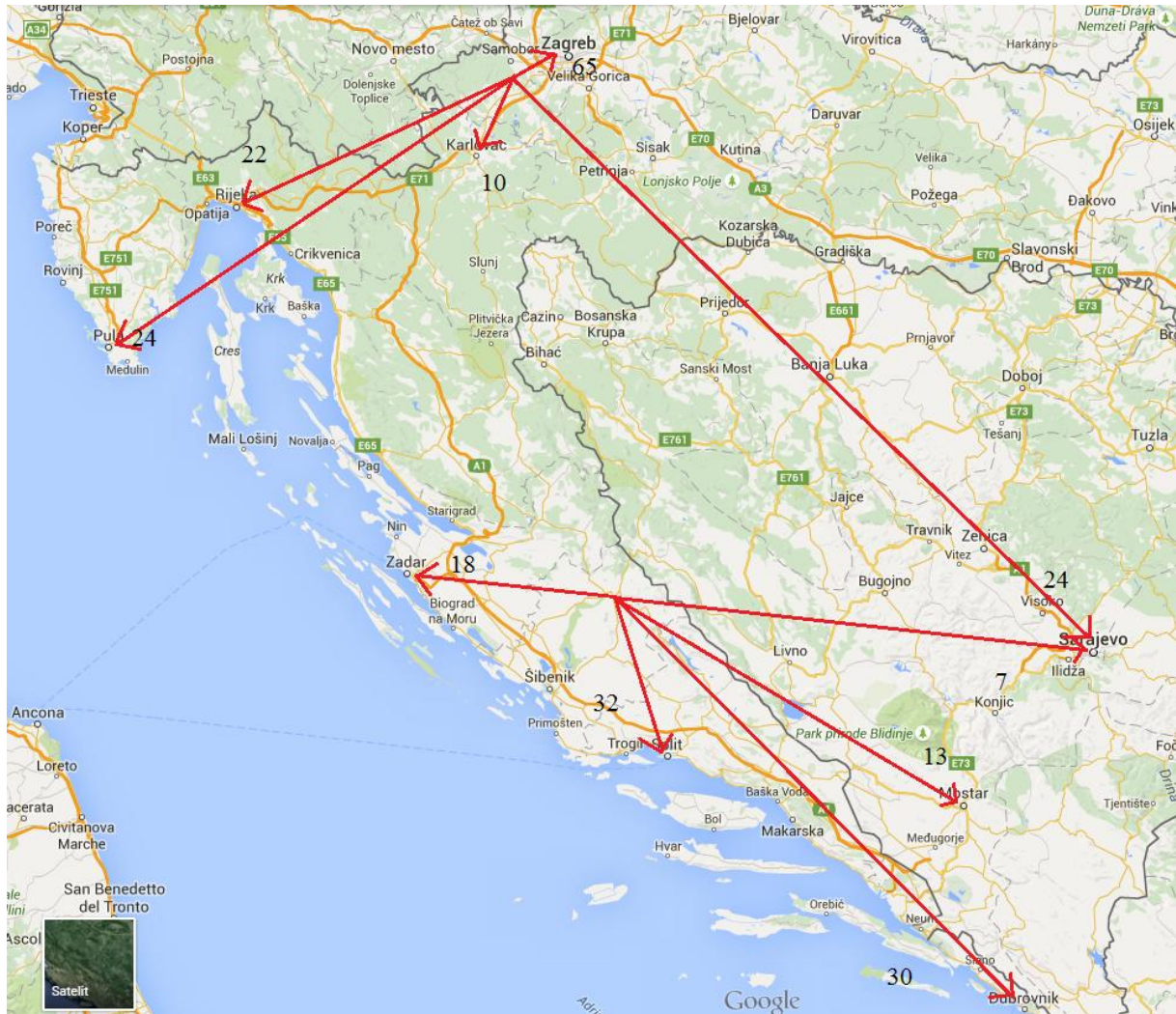
Rješenje ovog transportnog problema dobiva se na temelju izrađenog matematičkog modela uz pomoć programskog alata solver. Nakon unošenja formula funkcije cilja i zadanih ograničenja, programski alat Solver je izgenerirao optimizirano rješenje zapisano u sljedećoj tablici.

Tablica 5. Rješenje transportnog problema

Količinski raspored transporta iz svakog LDC-a (tona)										
LDC / tržište	Zagreb	Karlovac	Rijeka	Pula	Zadar	Split	Dubrovnik	Sarajevo	Mostar	ukupno iz LDC-a
Gornje Prekrižje	65	10	22	24	0	0	0	24	0	145
Knin	0	0	0	0	18	32	30	7	13	100
Nezadovoljena potražnja (tone)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Ukupni tjedni trošak transporta iznosi 186 926 kuna.

Na slici broj 15 grafički je prikazana raspodjela opskrbe po gradovima dobivena uz pomoć programskog alata Solver.



Slika 15. Grafički prikaz distribucije gotovih proizvoda po gradovima

Izvor: [19]

Iz dobivenog rješenja vidljivo je da otvaranje novog ishodišnog čvora u Kninu opravdava predviđanja, jer kapacitet tog LDC-a od 100 tona u potpunosti je iskorišten. Iz njega se u cijelosti opskrbljuju prodajna mjesta u Zadru (18 tona), Splitu (32 tone), Dubrovniku (30 tona), Mostaru (13 tona), te Sarajevu sa 7 tona. Ostatak potražnje u Sarajevu od 24 tone, opskrbljuje se direktno iz proizvodnog pogona u Gornjem Prekrižju, kao i potražnja u Zagrebu, Karlovcu, Rijeci i Puli.

Ako bi se istom metodologijom (12kn/kilometru) uspoređivali troškovi dostave iz jednog izvorišnog čvora, sa rezultatom dobivenim preko transportnog modela, dolazi se do sljedećih podataka:

-ukupni troškovi u slučaju dostave samo iz proizvodnog pogona iznose cca. 254 920 kn,

-ukupni troškovi u slučaju dostave iz dva izvorišta kako je prikazano u modelu iznose 186 926 kn,

-razlika iznosi 67 994 kn.

U rezultat dobiven transportnim modelom potrebno je ukalkulirati troškove transporta robe do Knina. Sto tona robe može se prevesti sa 4 tegljača, pa koristeći istu metodologiju određivanja troškova, cijena tog transporta iznosila bi 12960 kn.

Razlika između dva navedena načina distribucije iznosi 67 994, kada se taj iznos još umanjí za cijenu transporta tegljačima do LDC-a u Kninu od 12 960 kn, dobije se konačna ušteda. Ona iznosi 55 034 kn.

9. ZAKLJUČAK

Tema ovog diplomskog rada bila je prikazati koji sve čimbenici utječu na optimiranje upravljanja voznim parkom, te uz pomoć računskih metoda i programskog alata riješiti transportni problem i problem usmjeravanja vozila na primjeru iz prakse.

Jedan od osnovnih čimbenika koji utječu na upravljanje voznim parkom je poznavanje potražnje za transportnim uslugama. Naime jedino u uvjetima poznavanja potražnje moguće je optimalno planiranje transportnih procesa u određenom vremenskom razdoblju. Sljedeći važan čimbenik odnosi se na upravljanje radom samih vozila, što prvenstveno podrazumijeva odabir itinerara kretanja vozila koji izravno utječe na varijabilne troškove kao što su potrošnja goriva, guma, trošak cestarine, tunelarine, troškovi trajekta, carinske pristojbe i sl. Također je veoma važno voditi računa radnim vremenima mobilnih radnika. Njihovo radno vrijeme strogo je definirano posebnim zakonom o radnom vremenu i obveznim odmorima mobilnih radnika. Prema tom zakonu vozač smije voziti najviše četiri i pol sata bez pauze, te najviše devet sati tijekom cijelog dana, a postoje i ograničenja o ukupnom dopuštenom vremenu vožnje tijekom tjedna. Te činjenice svako treba imati na umu prilikom rutiranja vozila. Isto tako potrebno je spomenuti važnost održavanja voznog parka. Vozila treba održavati na propisan način kako bi uvijek bila ispravna i spremna za rad, odnosno kako bi promatrani vozni park imao zadovoljavajuću razinu pouzdanosti koja je nužna za njegovo optimiranje. Sljedeći važan čimbenik vezan uz optimiranje upravljanja voznim parkom odnosi se na korištenje globalnih informacijskih sustava. Ti sustavi predstavljaju tehnološki naprednu metodu lociranja i praćenja udaljenih vozila. Omogućavaju međusobnu komunikaciju između vozača i dispečera, analizu svih parametara vožnje, te njihova implementacija olakšava upravljanje voznim parkom.

U radu je prikazana je problematika usmjeravanja vozila u tvrtki „MM Mesna industrija“. Tvrtka za distribuciju svojih proizvoda koristi vlastiti vozni park, međutim ne koristi nikakav sustav ni metode kojim bi optimirala prijevozne procese, a vozači sami određuju redoslijed obilaska dostavnih mjesta. Sukladno tome izrađen je plan distribucije na području Istre i Kvarnera na dnevnoj bazi, korištenjem metode usmjeravanja vozila pomoću matrice skraćanja prijevoznog puta. Nakon provedenog postupka došlo se do rješenja od tri rute za zadovoljenje iskazane potražnje, a svaka ruta dodjeljuje se jednom dostavnom vozilu. Na taj način postigla se popunjenost dostavnog vozila u prvoj ruti oko 90 posto, a prijeđeno je 501 kilometar. Na drugoj ruti popunjenost vozila je oko 94 posto, a prijeđeno je 494

kilometra. Kod treće rute nosivost vozila iskorištena je čak 97 posto, a pređena udaljenost iznosi 327 kilometara. Prema tome ukupni prijeđeni put iznosi 1322 kilometra.

Usporedbama sa postojećim načinom distribucije prilično je komplicirana iz razloga što nema definiranih ruta i one se često razlikuju po redosljedu obilaska prodajnih mjesta, a samim time i prijeđenim kilometrima. Međutim prema prikupljenim informacijama vozači kod distribucije proizvoda u Istri i Kvarneru u praksi prelaze između 1380 i 1390 kilometara, što je nekih 60 kilometara više.

Prema tome može se zaključiti da se sustavnim pristupom problemu, uz pomoć računskih metoda može smanjiti ukupna prijeđena udaljenost. Osim toga tvrtka na taj način unaprijed zna koliku kilometražu će svako vozilo prijeći te može optimalno odrediti koji su resursi potrebni za realizaciju tih procesa.

Sljedeći problem predstavlja činjenica da se proizvodi distribuiraju iz jedne lokacije na području cijele Hrvatske, te dijelu Bosne i Hercegovine. Posljedica toga su visoki transportni troškovi koji za distribuciju u gradove Zagreb, Karlovac, Rijeku, Pulu, Zadar, Split, Dubrovnik, Mostar i Sarajevo iznose oko 254 920 kuna. Kao potencijalno rješenje tog problema izrađen je model prema kojem bi se distribucija obavljala iz dva izvorišna čvora. Drugo izvorište imalo bi funkciju LDC-a u Kninu i koristilo se za opskrbu najudaljenijih lokacija. Nakon izrade matematičkog modela i korištenja programskog alata solver, dobiveno je optimalno rješenje distribucije prema kojem LDC u Kninu opravdava svoju ulogu. Naime iz njega se u potpunosti opskrbljuju Zadar, Split, Dubrovnik, Mostar, te djelomično Sarajevo, a ukupni troškovi distribucije na osnovu takvog transportnog modela iznose 186 926 kuna. Kada se tu ukalkuliraju još troškovi dostave robe do Knina od 12 960 kuna, ukupna ušteda iznosi 55 034 kune. Tu treba napomenuti da je uštedu od 55 034 kune je moguće ostvariti tjedno jer se model temelji na tjednoj distribuciji proizvoda.

Iz svega navedenog može se zaključiti da postoji velik broj elemenata koji utječu na optimiranje upravljanja voznim parkom, a samim time postoji i prostor za ostvarivanje dodatnih ušteda. Mogućnost ustvarenja ušteda posebno je izražena u tvrtkama koje ne koriste nikakve sustave za upravljanje voznim parkovima. Dokaz tome je primjer distribucije robe u MM Mesnoj industriji, koja bi uvođenjem prikazanog načina distribucije na razini cjelokupnog poslovanja mogla značajno optimizirati svoje transportne procese i smanjiti troškove.

LITERATURA

Knjige:

1. Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
2. Županović, I.; Ribarić, B.: Organizacija i praćenje učinaka cestovnih prijevoznih sredstava, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1993
3. Topenčarević Ljubomir, Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Građevinska knjiga, Beograd,1987.

Ostali izvori:

4. Bilić, B.; Jurjević, M.; Barle, J.; Procjena pouzdanosti tehničkog sustava primjenom Markovljevih modela, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, 2010.
5. Lipovec, N.; Kozina, G.; ekonomska analiza i ocjena zakonitosti ponude i potražnje, Veleučilište u Varaždinu, 2013.
6. Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.
7. Stanković, R.; Problem usmjeravanja vozila: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.
8. Stanković, R.; Linearno programiranje: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.
9. Zelenika, M.; Vrijeme rada i odmora; autorizirana predavanja iz kolegija Organizacija prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, 2014.
10. A.T.Kearney analiza-Održivi razvoj hrvatske transportne industrije; <http://www.archive-si-2013.com/open-archive/1157508/2013-01-15/3c9a95f5dfade4df56805d28d8a81f1b> (13.8.2015.)
11. Krajcar T: Istraživanje tržišta telematike u Hrvatskoj, Veleučilište u Rijeci, 2013.; http://www.veleri.hr/files/datoteke/page_privitak/telematika_projekt/Istrazivanje_trzista_telematike_u_Hrvatskoj_Tamara_Krajcar.pdf (19.8.2015.)
12. Rogić, K.; Šutić, B.; Kolarić, G.: Methodology of introducing fleet management system; <http://www.fpz.unizg.hr/traffic/index.php/PROMTT/article/viewFile/992/839>(20.8.2015.
13. U.S. Department of energy; transportation energy futures series: freight transportation demand: <http://www.nrel.gov/docs/fy13osti/55641.pdf> (13.8.2015.)
14. <http://www.arz.hr/index.php?page=4&lng=1> (15.7.2015.)
15. <http://www.mm-medven.com> (13.8.2015.)

16. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_75_1505. (10.8.2015.)
17. <http://www.cvh.hr/propisi-i-upute/pravilnici/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/pravilnik-o-tehnickim-uvjetima-vozila-u-prometu-na-cestama>(17.8. 2015)
18. <http://www.trznice-zg.hr/default.aspx?id=278> (17.8.2015.)
19. <https://www.google.hr/maps> (19.8.2015.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Prevezena roba u mil. tonskih kilometara i broj registriranih cestovnih motornih i priključnih vozila

Slika 2. Raspodjela vremena vožnje i odmora

Slika 3. Redovni dnevni i tjedni odmor

Slika 4. Načini održavanja prijevoznih sredstava

Slika 5. Krivulja vijeka trajanja prijevoznog sredstva

Slika 6. Konceptualni prikaz sustava „Smartivo“

Slika 7. Grafički prikaz distribucije MM proizvoda

Slika 8. Primjer otpremnice tvrtke MM Mesna industrija

Slika 9. Mercedes benz Atego 1223

Slika 10. Mercedes benz Actros 1831

Slika 11. Volkswagen Crafter

Slika 12. Grafički prikaz rute 1)

Slika 13. Grafički prikaz rute 2)

Slika 14. Grafički prikaz rute 3)

Slika 15. Grafički prikaz distribucije gotovih proizvoda po gradovima