

FLEET MANAGEMENT AND VEHICLE FLEET OPTIMIZATION

Jovan Mišić

The Academy of Applied Technical and Preschool Studies, Republic of Serbia,
jovan.misic@akademijanis.edu.rs

Vladimir Popović

The Academy of Applied Technical and Preschool Studies, Republic of Serbia,
vladimir.popovic@akademijanis.edu.rs

Milica Stanković

The Academy of Applied Technical and Preschool Studies, Republic of Serbia,
milica.stankovic@akademijanis.edu.rs

Abstract: In today's business environment, change is inevitable. The main purpose and goal of every company is profit, and profit is made by daily adapting to new market conditions. Transportation processes are becoming more complex, so the decision-making process is more complex. Quality processing of collected data is required for making quality decisions. One of the most important issues for the user of transport services is the choice of the optimal form of transport. Fleet management is an area in which it is possible to achieve great savings in transport costs, and this is achieved through optimal use of transport capacity. Fleet Management is a complex process that almost all major companies have introduced into their business in order to control their fleet as easily as possible. Successful business management implies the introduction of certain organizational changes in terms of process improvement and cost reduction. One of the procedures for improving the business and reducing costs is vehicle routing problem. The problem of vehicle routing is the process of choosing the set of the most favorable roads in the network of roads on which vehicles should move when serving a set of users in order to reduce transport costs and improve customer service. VRP is the heart of distribution management. Today, the transport of goods is one of the most important processes, without which the life and survival of people would be unthinkable. In order to enable the transport of goods by road, appropriate road infrastructure is needed. Effectiveness primarily depends on the way the company is organized, the characteristics of the company environment and the characteristics of the employees. The efficiency of the company is reflected in the relationship between the generated income and the operating costs of the vehicle fleet. The paper is based on the analysis of the fleet and its structure. The paper presents the productivity of the vehicle fleet of the transport organization "Put Company", as well as the costs of the vehicle fleet. In order to meet the existing requirements, the vehicle fleet of this company, for more effective and efficient work, must be constantly monitored, ie must be taken into account both the operation of the fleet and the productivity of the fleet, operating costs, in order to making the biggest profit. The essence of this study is reflected in the optimization of the work of the vehicle fleet on specific transport tasks, and the savings that open up when applying the mode of optimized work of the vehicle fleet.

Keywords: fleet management, optimization, vehicle routing problem, transport

UPRAVLJANJE VOZIM PARKOM I OPTIMIZACIJA RADA VOZNOG PARKA

Master Jovan Mišić

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, jovan.misic@akademijanis.edu.rs

Vladimir Popović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, vladimir.popovic@akademijanis.edu.rs

Milica Stanković

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, milica.stankovic@akademijanis.edu.rs

Rezime: U savremenom poslovnom okruženju, promene su neminovne. Osnovna svrha i cilj svake kompanije je profit, a profit se ostvaruje svakodnevnim prilagođavanjem novim tržišnim uslovima. Prevozni procesi postaju sve složeniji, pa je i proces donošenja odluka složeniji. Za donošenje kvalitetnih odluka potrebna je kvalitetna obrada prikupljenih podataka. Jedno od najvažnijih pitanja za korisnika prevoznih usluga je izbor optimalnog oblika prevoza. Upravljanje vozim parkom je oblast u kojoj je moguće ostvariti velike uštede prevoznih troškova, a to se ostvaruje optimalnim korišćenjem prevoznih kapaciteta. Fleet Management složen je proces koji su gotovo sve veće kompanije uvele u svoje poslovanje kako bi što jednostavnije kontrolisale svoj vozni park, pri čemu su najvažniji segmenti briga o vozilima i vozačima. Uspešno upravljanje preduzećem podrazumeva uvođenje određenih

organizacionih promena u smislu unapređenja procesa i smanjenja troškova. Jedan od postupaka za unapređenje preduzeća i smanjenje troškova je problem rutiranja vozila. Problem rutiranja vozila je proces izbora skupa najpovoljnijih puteva u mreži saobraćajnica po kojima bi vozila trebalo da se kreću prilikom usluživanja skupa korisnika kako bi se smanjili troškovi transporta i unapredila usluga korisnicima. VRP je srce upravljanja distribucijom. Transport robe je danas među najznačajnijim procesima, bez koga bi bio nezamisliv život i opstanak ljudi. Kako bi se omogućio transport robe drumom, nepohodna je odgovarajuća putna infrastruktura. Efektivnost pre svega zavisi od načina organizacije preduzeća, karakteristika okruženja preduzeća i karakteristika zaposlenih. Efikasnost preduzeća ogleda se u odnosu između ostvarenog prihoda i troškova rada voznog parka. Rad je koncipiran na osnovu analize rada voznog parka i njegove strukture. U radu je predstavljena proizvodnost voznog parka autotransportne organizacije "Put Company, kao i troškovi voznog parka. Kako bi odgovorili postojećim zahtevima, vozila voznog parka ovog preduzeća, radi efektivnijeg i efikasnijeg rada, moraju biti stalno posmatrana i praćena, odnosno mora se voditi računa kako o radu voznog parka, tako i o proizvodnosti voznog parka, troškovima rada voznog parka, sa ciljem ostvarivanja najvećeg profita. Suština ove studije ogleda se u optimizaciji rada voznog parka na konkretnim transportnim zadacima, i uštedama koje se otvaraju prilikom primene režima optimizovanog rada voznog parka.

Ključne reči: upravljanje voznim parkom, optimizacija, problem rutiranja vozila, transport

1. UVOD

Sve brži razvoj nauke i tehnologije unosi veliki promene u život čoveka u smislu efikasnijeg i lakšeg rešavanja njegovih egzistencijalnih problema. Tako je i razvoj transporta omogućio brži, udobniji i kvalitetniji prenos, odnosno prevoz dobara. Transport robe je danas među najznačajnijim procesima, bez koga bi bio nezamisliv život i opstanak ljudi. Kako bi se omogućio transport robe drumom, nepohodna je odgovarajuća putna infrastruktura.

Vozila voznog parka posmatrane autotransportne organizacije, "Put Company" izložena su zahtevima prevoza iskopanog rasutog zemljanog materijala, od strane kompanije, koja izvodi radove izgradnje autoputa na Koridoru X. Kako bi odgovorili postojećim zahtevima, vozila voznog parka ovog preduzeća, radi efektivnijeg i efikasnijeg rada, moraju biti stalno posmatrana i praćena, odnosno mora se voditi računa kako o radu voznog parka, tako i o proizvodnosti voznog parka, troškovima rada voznog parka, sa ciljem ostvarivanja najvećeg profita.

Rad je koncipiran na osnovu analize rada voznog parka i njegove strukture. Pored toga, u radu je predstavljena proizvodnost voznog parka, kao i troškovi voznog parka. Naime, na konkretnim radnim zahtevima za prevoz iskopanog zemljanog materijala na određenim relacijama, izračinati su svi potrebni parametri kako bi se utvrdio rad i proizvodnost voznog parka autotransportne organizacije. Suština ovog rada ogleda se u optimizaciji rada voznog parka na konkretnim transportnim zadacima, i uštedama koje se otvaraju prilikom primene režima optimizovanog rada voznog parka.

2. UPRAVLJANJE VOZIM PARKOM I PROBLEM RUTIRANJA VOZILA

U savremenom poslovnom okruženju, promene su neminovne. Osnovna svrha i cilj svake kompanije je profit, a profit se ostvaruje svakodnevnim prilagođavanjem novim tržišnim uslovima. Konkurencija na tržištu je sve izraženija, te se zahtevaju proizvodi i usluge visokog kvaliteta, a niske cene. Kako bi ostvarile visoku profitabilnost i održivu konkurentsku prednost, kompanije treba kontinuirano da ulažu u inovacije i savremene tehnologije. Prevoznici postaju sve složeniji, pa je i proces donošenja odluka složeniji. Za donošenje kvalitetnih odluka potrebna je kvalitetna obrada prikupljenih podataka. Najveći problem nastaje u fazi prikupljanja informacija sa prevoznog sredstva kao izvora podataka. Ipak, pojavom informacionih sistema taj problem je znatno smanjen (Kuharić, 2015). Jedno od najvažnijih pitanja za korisnika prevoznih usluga je izbor optimalnog oblika prevoza. Svaka vrsta prevoza ima određene karakteristike koje treba tačno definisati i oceniti svaki tip prevoznog sredstva (Hrženjak, 2020). Najvažniji kriterijumi za ocenu prevoznog sredstva su (Perše, Prikril, 1991): kapacitet, oprema, pogon, brzina, ekonomičnost, održavanje, autonomija, sigurnost, zagađenje okoline, pouzdanost, tačnost, redovnost i udobnost, specifičnosti.

Upravljanje voznim parkom je oblast u kojoj je moguće ostvariti velike uštede prevoznih troškova, a to se ostvaruje optimalnim korišćenjem prevoznih kapaciteta. Fleet Management složen je proces koji su gotovo sve veće kompanije uvele u svoje poslovanje kako bi što jednostavnije kontrolisale svoj vozni park, pri čemu su najvažniji segmenti briga o vozilima i vozačima. Prednosti koje sistem upravljanja voznim parkom omogućuje su (Hrženjak, 2020):

- o nadzor vozila u svakom trenutku,
- o povećanje iskorišćenosti voznog parka,
- o smanjenje komunikacijskih troškova,
- o optimiziranje pogonskih troškova,

o kontrolisanje vozača.

Kako bi eksploatacija voznog parka bila što isplativija potrebno je voditi brigu o održavanju voznog parka. Održavanje voznog parka predstavlja skup aktivnosti koje se preduzimaju kako bi se vozilo dovelo u ispravno stanje ili održalo što duže u ispravnom stanju. Ispravnim i redovnim održavanjem prevoznih sredstava voznog parka produžuje se vek trajanja vozila, smanjuju se saobraćajne nesreće i izbjegavaju se povrede vozača (Hrženjak, 2020). Ciljevi održavanja su (Tupanović, 2012):

- o stalna spremnost prevoznog sredstva,
- o pouzdanost prevoznog sredstva u svim uslovima korišćenja,
- o optimalna potrošnja pogonskog goriva i maziva, i
- o minimalni izdaci za održavanje

Uspješno upravljanje preduzećem podrazumeva uvođenje određenih organizacionih promena u smislu unapređenja procesa i smanjenja troškova. Jedan od postupaka za unapređenje preduzeća i smanjenje troškova je problem rutiranja vozila (Du et al., 2017). Problem rutiranja vozila (engl. Vehicle Routing Problem – VRP) je proces izbora skupa najpovoljnijih puteva u mreži saobraćajnica po kojima bi vozila trebalo da se kreću prilikom usluživanja skupa korisnika kako bi se smanjili troškovi transporta i unapredila usluga korisnicima (Toth & Vigo, 1998). Zapravo VRP je problem projektovanja optimalnih puteva distribucije/prikupljanja vozila namenjenih za opsluživanje geografski raspoređenih kupaca iz jednog ili više skladišta. VRP je srce upravljanja distribucijom (Khouadja et al. 2012, Akpinar, 2021). Problem su prvi put predstavili Džordž Dancig i Džon Remzer 1959. godine (Dantzig, Ramser, 1959) nazvavši ga problemom raspoređivanja kamiona. Ruta obuhvata kompletan put koji jedno vozilo pređe polazeći iz centralnog skladišta, obilazeći predviđene lokacije i na kraju se vraćajući u centralno skladište (Bodin, Golden, Assad, Ball, 1983). Zadatak treba da se izvrši u zadanom vremenskom roku uz minimiziranje troškova (Chen, 2009). Upravljanje transportom je centralni problem u logistici jedne kompanije, a izbor optimalnih ruta jedna je od ključnih funkcija u tom procesu. Uz upotrebu savremene tehnologije, mogu se ostvariti višestruke koristi u upravljanju voznim parkom i rešavanju problema rutiranja vozila. Podaci govore da korišćenjem kompjuterske optimizacije kompanije mogu da postignu uštede na transportu i do 5% (Hasle, Lie, Quak, 2007).

S obzirom na to da problem rutiranja vozila spada u kategoriju NP-teških problema, njegovo rešavanje se smatra jednim od najizazovnijih zadataka kombinatornog optimizovanja. Za takve probleme je poželjno dobiti aproksimativno rešenje koje se može naći dovoljno brzo i koje je dovoljno precizno. Trenutno najdelotvornijim egzaktnim algoritmima je moguće je rešiti problem rutiranja vozila samo u slučajevima gde je broj korisnika relativno mali (Stančić, Kovačević, 2018). Unapređenje procesa rutiranja vozila se odnosi na iznalaženje ruta kretanja vozila kako bi pređeni put bio što manji, a zadovoljene potrebe distribucije. Iznalaženjem novih ruta i smanjenjem pređenog puta vozila (delova) vrši se ušteda (Hassanzadeh, Rasti-Barzoki, 2017, Uchoa et al., 2017, Ting et al., 2017):

- Manja pređena kilometraža prevoznog sredstva.
- Manje potrošenog pogonskog goriva za prevozno sredstvo.
- Manji ukupni troškovi.
- Manja zauzetost vozača (distributera).

3. STRUKTURA VOZNOG PARKA

Vozni park posmatranog preduzeća je heterogenog sastava. Sastoji se od teretnih vozila koja imaju ugrađen uređaj za samoistovar, odnosno kiper što se može uočiti iz Tabele 1.

Za analizirani vremenski period od 11 inventarskih dana, posmatrana vozila voznog parka bila su angažovana na tri lokacije. Ove lokacije, određuje glavini izvođač radova na koridoru X, odnosno kraku od Niša ka Dimitrovgradu, u ovom slučaju kompanija Terna, gde je posmatrani vozni park bio angažovan na izvršavanju prevoza rasutog materijala na izgradnji državnog puta I reda.

Tabela 1. Tip i korisna nosivost vozila

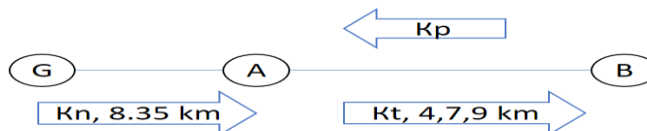
	Vozilo (Pogon)	Kiper sanduk
1	Mercedes-Benz Actros 18.32AK / 4x4	8 m3 - trostrano kipovanje
2	MAN TGS 26.440 / 6x4	11,5 m3 - trostrano kipovanje
3	IVECO EuroTRAKKER / 6x4	12 m3 - trostrano kipovanje
4	Mercedes-Benz 32.40K / 8x4	13 m3 - trostrano kipovanje
5	Mercedes-Benz Actros 33.36K / 6x4	14 m3 - trostrano kipovanje
6	MAN TGA 26.480 / 6x4	14,4 m3 - jednostrano kipovanje

7	MAN TGA 35.390 / 8x4	14,9 m3 - trostrano kipovanje
8	Scania P 380 / 6x4	16 m3 - jednostrano kipovanje
9	MAN TGA 33.430 / 6x6	17 m3 - jednostrano kipovanje
10	Scania G 400 / 8x6	17,5 m3 - jednostrano kipovanje
11	MAN TGA 35.430 / 8x4	17,7 m3 - jednostrano kipovanje
12	Mercedes-Benz Actros 41.41K / 8x4	18 m3 - trostrano kipovanje
13	MAN TGA 35 350 / 8x4	19 m3 - jednostrano kipovanje
14	Scania R 480 / 8x4	20 m3 - jednostrano kipovanje
15	MAN TGA 41.410 / 8X4	22 m3 - jednostrano kipovanje

4. ANALIZA IZMERITELJA RADA VOZNOG PARKA

Optimizacija rada voznog parka se može postići samo na osnovu posmatranja, i utvrđivanja parametara i koeficijenta postojećeg stanja rada voznog parka, u slučaju da se za taj posmatrani rad voznog parka u posmatranom vremenskom periodu nije radio proračun, već su transportni zadaci bili izvršavani na osnovu odlučivanja po "osećaju". Ovakav vid odlučivanja o radu voznog parka nije ni optimalan, ni pouzdan, odnosno ne može se dokazati da će se u posmatranom vremenskom intervalu odgovoriti transportnim zadacima, što može da dovede do "probijanja" rokova izvođenja posmatranih radova. Prilikom analize postojećeg stanja rada voznog parka, uočeno je da su vozila preraspodeljena na tri lokacije, odnosno angažovana istovremeno na tri relacije na kojima obavljaju svoje transportne zadatke. Na sve tri lokacije transportni zadaci se obavljaju u režimu proste vožnje, gde je Kn – nulti pređeni put, Kt – prevozni put pod teretom (produktivna vožnja), i Kp – prevozni put bez tereta (neproduktivna vožnja), (Slika 1.). Transportne jedinice su angažovane na relacijama od 3 do 4 [km], relaciji od 6 do 7 [km], kao i na relaciji od 8 do 9 [km]. Transportne jedinice, odnosno vozila su raspoređene tako što su vozila najmanje korisne nosivosti angažovana na kraćim relacijama, a vozila veće korisne nosivosti angažovana na dužim relacijama. Bitno je napomenuti da je ova preraspodela transportnih jedinica na transportne zadatke izvršena slučajno, kao i da u obzir nisu uzeti prilikom preraspodele vozila uticaj terena, odnosno nagiba.

Slika 1. Analizirani režim rada vozila



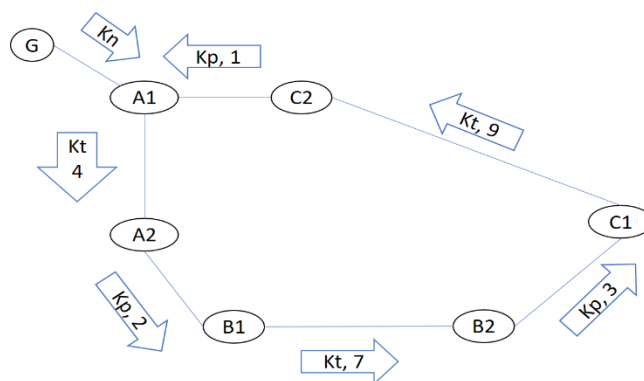
Jedan od tri transporta zadatka, na koji je posmatrani vozni park bio angažovan jeste prevoz rasutog materijala na relaciji od 3 do 4 km, rasutog materijala količine oko 10 400 m3. Na ovoj relaciji od strane posmatranog voznog parka bila su angažovana vozila sa najmanjim korisnim kapacitetom za prevoz rasutog materijala, odnosno pet teretnih vozila sa kapacitetom, odnosno korisnom nosivošću od 8 do 13 m3. Drugi transportni zadatak koji je posmatrani vozni park dobio od strane glavnog izvođača radova, jeste prevoz rasutog zemljanog materijala na relaciji od 6 do 7 km. Na ovoj lokaciji vozila su bila angažovana na transport oko 12 830 m3 rasutog zemljanog materijala. Angažovano je pet vozila. Vozila na ovoj relaciji, su vozila sa kapacitetom, odnosno korisnom nosivošću od 14,9 do 17,7 m3. Treći transportni zadatak koji je dobijen od strane glavnog izvođača radova odnosi se pre svega na transport iskopanog zemljanog materijala količine oko 5 790 m3, na relaciji, odnosno na rastojanju od 8 do 9 km. Na ovom transportnom zadatku bila su angažovana dva vozila, kapaciteta, odnosno korisne nosivosti od 19 m3 i 20 m3.

5. OPTIMIZACIJA RADA VOZNOG PARKA

Analizom rada voznog parka, može se utvrditi da je transportni zadatak realizovan prostim tipom prevoznog puta, odnosno u sva tri slučaja transportni zadatak je realizovan sa povratnom vožnjom bez tereta. U ovakvom slučaju realizuje se veliki broj neproduktivnih pređenih kolimetara, što za posledicu ima stvaranje znatno većih troškova. Optimizacijom rada voznog parka postiže se efekat stvaranja novog prevoznog režima rada vozila sa što manjim brojem pređenih kilometara bez terete, odnosno manjim troškovima. To se može postići na dva načina: uvođenjem povratnih vožnji sa teretom, ili stvaranjem uslova za prstenasti režim prevoznog puta. Shodno uslovima transportnog zadatka, kao i uslovima terena kako bi se izbegle prazne vožnje u meri u kojoj je to moguće, kao i radi optimizacije rada voznog parka primenjen je prstenasti režim prevoznog puta.

Što se tiče prstenastog prevoznog puta, obrt vozila počinje na utovaru A1 gde se rasuti materijal mora transportovati na relaciji od 3 do 4 km, nakon čega se vrši istovar transportovane robe na lokaciji A2. Nakon toga vozilo prelazi prazan transportni put na rastojanju od 2 km. Posle toga se vrši utovar rasutog zemljanog materijala na lokaciji B1 koji se transportuje na relaciji od 6 do 7 km, transportovani materijal se istovaruje na lokaciji B2. Nakon toga vozilo prelazi prazan transportni put od 3 km. Nakon toga vrši se utovar zemljanog rasutog materijala na lokaciji C1, taj rasuti materijal se transportuje na rastojanju od 8 do 9 km, nakon čega se vrši istovar tog materijala na lokaciji C2. Do početka ponovnog obrta vozilo prelazi prazan transportni put od jednog kilometara, gde je K_n – nulti pređeni put, K_t – prevozni put pod teretom (produktivna vožnja), i K_p – prevozni put bez tereta (neproduktivna vožnja), (Slika 2).

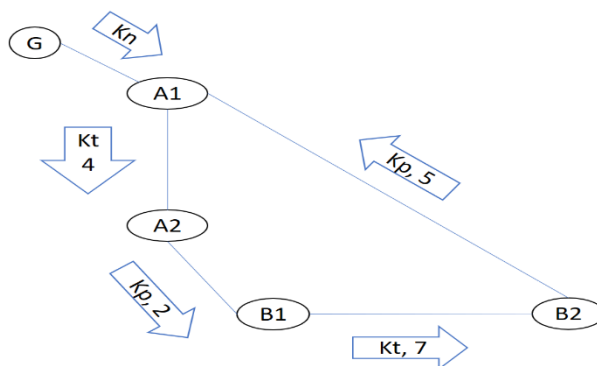
Slika 2. Prstenasti režim rada vozila



Na ovom transportnom zadatku angažovan je celokupni ispravnii vozni park, odnosno svih dvanaest transportnih jedinica, odnosno vozila. Bitno je napomenuti, da se ovakav režim prevoznog puta može realizovati samo dok na sve tri lokacije postoje zahtevi za transportom. Na lokaciji C postoji 5 787 rasutog zemljanog materijala, što znači da će se prvo na lokaciji C, realizovati transportni zadatak. U tom trenutku kada se realizuje transportni zadatak na lokaciji C, ovaj prevozni put više ne važi. Realizacijom transportnog zadatka na lokaciji C, završava se prvobitni prstenasti režim rada posmatranog voznog parka. Međutim, u tom režimu rada i na lokacijama A i B je transportovana ista količina rasutog materijala, kao i na lokaciji C, odnosno 5 787 rasutog zemljanog materijala, odnosno 17 361 rasutog zemljanog materijala u vremenskom periodu od 6,27 dana.

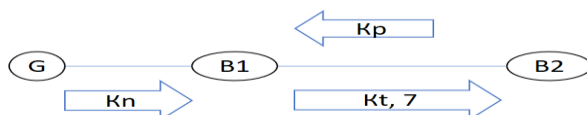
Na osnovu priloženog može se zaključiti da je na lokacijama A i B ostao neizvršen transportni zadatak, odnosno ostala je ne transportovana količina rasutog zemljanog materijala, na lokaciji A oko 4 644 rasutog zemljanog materijala, i na lokaciji B oko 7 043,4 rasutog zemljanog materijala. Što znači da se u ovom prstenastom režimu rada voznog parka, gde je K_n – nulti pređeni put, K_t – prevozni put pod teretom (produktivna vožnja), i K_p – prevozni put bez tereta (neproduktivna vožnja), (Slika 3) može transportovati 4 644 rasutog zemljanog materijala po lokacijama, odnosno ukupno 9 288 rasutog zemljanog materijala. Na ovom transportnom zadatku angažovan je celokupni ispravnii vozni park, odnosno svih dvanaest vozila, u vremenskom periodu od 3,189 dana.

Slika 3. Prstenasti režim rada vozila sa preostalom količinom rasutog materijala



Realizacijom transporta zemljanog rasutog materijala prstenastim režimom rada voznog parka na lokacijama A i B, ostaje ne izvršen transportni zadatak na lokaciji B, gde je i postojala najveća količina rasutog materijala, odnosno količinski tu je transportni zadatak bio najteži, i od ukupne količine rasutog zemljanog materijala, odnosno od 12 830 rasutog zemljanog materijala ostalo je oko 2 400 rasutog zemljanog materijala. Ovaj transportni zadatak realizovan je prostom vožnjom, gde je Kn – nulti pređeni put, Kt – prevozni put pod teretom, i Kp – prevozni put bez tereta, (Slika 4), što znači da su se u jednom smeru kretanja vozila, vozila kretala pod teretom, odnosno bila su produktivna, a u drugom smeru kretanja, vozila su se kretala bez tereta, i bila su neproduktivna. Ovaj transportni zadatak, realizovan je za jedan dan. Međutim, u realizaciji ovog transportnog zadatka nije učestvovao celokupni raspoloživi vozni park, već samo deset vozila. Bitno je napomenuti da su vozila bila tehnički ispravna.

Slika 4. Realizacija transporta preostalog rasutog zemljanog materijala prostom vožnjom na lokaciji B



6. POTROŠNJA GORIVA U POSMATRANOM VREMENSKOM PERIODU

Potrošnja goriva vozila data je na osnovu pređenih kilometara (100 km). Potrošnja goriva je prilagođena terenu (vožnja pod teretom na utabanom tucaniku, na usponu, vremenu potrebnom pri samoistovarivanju rasutog tereta), ali ne i različitim karakteristikama i osobinama vozača. Takođe, bitno je napomenuti da je ova potrošnja goriva na pređenih 100 [km], dobijena na osnovu stvarnih merenja posmatranog voznog parka u vremenskom periodu koji je duži od vremenskog perioda posmatranja rada voznog parka na konkretnim transportnim zadacima. Međutim, takođe treba napomenuti da je potrošnja vozila dobijena na istom terenu rada, kao i u posmatranom vremenskom periodu rada voznog parka. Zbog toga, potrošnja goriva na pređenih 100 [km], u posmatranom slučaju može se smatrati merodavnom. Prosečna potrošnja celokupnog voznog parka koji je bio angažovan na izvršenju transportnih zadataka iznosi 42 L / 100 [km]. Takođe bitno je napomenuti da je 1 L pogonskog derivata posmatrano preduzeće koštao 1 €.

7. OSTVAREN PRIHOD ZA IZVRŠENI TRANSPORTNI RAD NA OSNOVU CENOVNIKA KOMPANIJE TERNA

Troškovi transporta svakog autotransportnog preduzeća predstavljaju najvažniji uopšteni pokazatelj rada voznog parka. Na finansijske rezultate utiče veliki broj faktora eksploatacione, organizacione i tehničko-tehnološke prirode. Najznačajniji parameter za ostvarenje prihoda svakog autotransportnog preduzeća je cena koštanja koja je definisana cenovnikom prevoza tarifa. Cenu koštanja definiše samo preduzeće, kako bi svojim radom ostvarilo profit. U posmatranom slučaju, autotransportno preduzeće je sklopilo ugovor, na osnovu kog se usaglasilo sa cenovnikom rada glavnog izvođača radova, kompanije Terne, gde je tarifa prevoza izražena po 1 [m³] prevezenog zemljanog materijala u zavisnosti od dužine relacije. Na osnovu posmatranog cenovnika kompanije Terna može se zaključiti da su vozila u posmatranom vremenskom periodu ostvarila značajan prihod izvršavajući transportne zadatke na tri relacije. Na prvoj relaciji od 3-4km, transportovano je ukupno 10 431 m³ rasutog zemljanog materijala, pri čemu je ostvaren prihod od 8 344,8 €. Na drugoj relaciji od 6-7km, transportovano je ukupno 12 830,4 m³ rasutog zemljanog materijala, pri čemu je ostvaren prihod od 12 830,4 €. Na trećoj relaciji od 8-9km, transportovano je ukupno 5 787 m³ rasutog zemljanog materijala, pri čemu je ostvaren prihod od 6 944,4 €. Ukupno ostvaren prihod na ovim relacijama, iznosio je 28 119,6 €.

8. UPOREDA ANALIZA POSMATRANOG I OPTIMIZOVANOG REŽIMA RADA VOZNOG PARKA

Osnovni parametri rada svakog autotransportnog preduzeća su troškovi i kvalitet usluge. Kada je reč o kvalitetu usluga, s obzirom na obim rada kvalitet usluge nije meren. Od troškova su posmatrani samo varijabilni (promenljivi), odnosno samo potrošnja goriva, iz razloga što nije bilo moguće doći do ostalih podataka. Takođe, rad voznog parka je posmatran samo na ovom transportnom zadatku, koji je trajao 11 dana, tako da se analizom nije moglo doći do stalnih troškova, kako bi se dobio celokupni troškovni bilans. Međutim, uštede koje su napravljene samo na potrošnji goriva govore o značajnosti samog proračuna [1], i uvođenja povratnih vožnji sa teretom u situacijama kada teren i itinerar dozvoljavaju takav režim rada. U tabeli 2. je prikazana razlika osnovnih parametara postojećeg i optimizovanog rada voznog parka. Na osnovu tabele 2. se može zaključiti da će prihod, količina transportovanog rasutog materijala, broj vozila na radu kao i troškovi goriva po kilometru ostati nepromenjeni,

odnosno isti. Međutim, vreme izraženo u radnim danima i časovima provedenim na radu će se povećati, što može izazvati određene troškove, koji svakako ne bi bili veći od uštede koja je napravljena uvođenjem optimizacije rada voznog parka u vidu prstenastog režima rada. Najznačajnija ušteda je napravljena u pogledu pređenih kilometara, obzirom da je optimizovani vozni park prešao oko 4 921 kilometara manje od postojećeg stanja. Na osnovu posmatranja troškova, može se zaključiti da će se smanjenjem broja pređenih kilometara smanjiti i vrednost varijabilnih troškova koji su zavisni od pređenih kilometara. Ušteda koja je napravljena uvođenjem prstenastog režima rada, radi optimizacije rada vozila pre svega ogleđa se u smanjenju troškova goriva za oko 2 168 [€]. Detaljnija analiza bi se dobila kada bi se u obzir uzeli i ostali varijabilni troškovi, te bi buduća istraživanja mogla biti sprovedena uz detaljniju analizu.

Tabela 2. Razlika stanja postojećeg i optimizovanog rada voznog parka za određeni transportni zadatak

	Razlika
Q [m3]	29048.4
Dr [dana]	1.45
Ar [vozila]	12
Ahr [h]	171
AK [km]	-4921.3
AK/AR [km/voz]	-410.11
Prihod [€]	28119.6
Prihod [€/km]	0.261
Troškovi goriva [€/km]	0.42
Troškovi goriva [€]	-2168.04

9. ZAKLJUČAK

Vozni park posmatranog autotransportnog preduzeća ima u svom sastavu heterogenu strukturu voznog parka, odnosno sastoji se od petnaest vozila različite nosivosti, i različitih karakteristika. Ono na čemu sigurno treba da se obrati pažnja jeste da 3 vozila od 15 nisu bila angažovana što predstavlja 20% voznog parka ili koeficijent tehničke ispravnosti od 0,8. Povećanjem tehničke ispravnosti angažovanjem još jednog vozila može se očekivati povećanje prihoda. Prihod autotransportne organizacije bi bio znatno veći da su vozila pravila obrt, tako da su obe vožnje bile pod teretom. Pređeni put praznog vozila je uticao na profitabilnost, efikasnost i efektivnost rada preduzeća. Međutim, transportni zadaci ne dozvoljavaju uvek ovakav režim rada voznog parka, ali u svakoj situaciji treba težiti realizaciji transportnih usluga sa povratnom vožnjom sa teretom. Iz ovog razloga pristupilo se optimizaciji rada voznog parka uvođenjem prstenastog režima rada vozila, tako da je povećan koeficijent iskorišćenja prevoznog puta sa 0,46 na 0,57. Takođe, bitno je napomenuti da je koeficijent iskorišćenja prevoznog puta u prvom slučaju realizacije transportnog zadatka u prstenastom režimu iznosio 0,68. Ovakvim režimom rada došlo se do realizacije transportnih zadataka u roku koji je ugovoren sa glavnim izvođačem radova, i uštedom ukupnih pređenih kilometara od oko 4 921 kilometar.

Sa smanjenjem ukupnih pređenih kilometara smanjuju se i varijabilni troškovi. Konkretno u radu varijabilni troškovi, odnosno posmatranjem samo troškova goriva došlo se do uštede od oko 2 168 €.

Na osnovu merenih podataka i pokazatelja može se zaključiti da prihod jednog vozila raste na dužim relacijama, pa treba težiti radnom zadatku sa što većom kilometražom. Takođe, na osnovu izmerenih parametara najveći prihod ostvaruje sa vozilima najveće nosivosti na što dužim relacijama.

Na osnovu dobijenih podataka može se zaključiti da ukupni troškovi po pređenom kilometru iznose oko 1 €. Optimizacijom rada posmatranog voznog parka došlo se do prihoda od 1,4 € po pređenom kilometru na posmatranom transportnom zadatku. Tačnije, prihod po pređenom kilometru je povećan za 0,261 € po kilometru. Posmatranjem voznog parka, a pre svega pristupanjem transportnim zadacima i donošenju strateških odluka na osnovu proračuna u dužem vremenskom periodu ovaj parameter bi se svakako mogao još više povećati, odnosno mogao bi se očekivati samo njegov rast.

LITERATURA

- Akpınar, M.E. (2021). A logistic optimization for the vehicle routing problem through a case study in the food industry, 17 (3), 387-397
- Bodin, L., Golden, B., Assad, A., & Ball, M. (1983). Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: the State of the Art, Pergamon Press.

- Chen, W. N. (2009). Application of queuing theory to dynamic vehicle routing problem, *Global Journal of Business Research*, Vol. 3, No. 2, pp. 85-91.
- Dantzig, G. B, & Ramser, J. H. (1959). The Truck Dispatching Problem, *Management Science*, Vol. 6, No. 1, pp. 80-91.
- Du, J., Li, X., Yu, L., Dan, R., & Zhou, J. (2017). Multi-depot vehicle routing problem for hazardous materials transportation: A fuzzy bilevel programming. *Information Sciences*, 399, 201–218,
- Hasle, G., Lie, K. A., & Quak, E. (2007). *Geometric modelling, numerical simulation, and optimization*, Springer, Berlin.
- Hassanzadeh, A., & Rasti-Barzoki, M. (2017). Minimizing total resource consumption and total tardiness penalty in a resource allocation supply chain scheduling and vehicle routing problem. *Applied Soft Computing Journal*, 58, 307–323,
- Hrženjak, R. (2020). Optimizacija upravljanja voznim parkom na primjeru Mobilisis sustava za upravljanje, optimizaciju, nadzor i administraciju voznog parka, Master rad, Sveučilište Sjever, Koprivnica
- Khouadjia, M.R., Sarasola, B., Alba, E., Jourdan, L., & Talbi, E.G. (2012). A comparative study between dynamic adapted PSO and VNS for the vehicle routing problem with dynamic requests, *Applied Soft Computing Journal*, 12(4), 1426–1439.
- Kuharić, M. (2015). Optimiranje upravljanja voznim parkom, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Perše, B., & Prikril, B. (1991). *Prijevozna sredstva*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- Stančić, N., & Kovačević, J. (2018). Izrada optimalnih transportnih ruta korišćenjem softvera otvorenog koda, *Tehnika-naše građevinarstvo*, 72, str. 486-493.
- Ting, C.K., Liao, X.L., Huang, Y.H., & Liaw, R.T. (2017). Multi-vehicle selective pickup and delivery using metaheuristic algorithms. *Information Sciences*, 406–407, 146–169,
- Toth, P., & Vigo, D. (1998). Exact solution of the Vehicle Routing problem. Pages 1–31 of: *Fleet Management and Logistics*. Springer, US.
- Tupanović, I. (2012). *Tehnologija cestovnog prometa*, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.
- Tupanović, I., & Ribarić, B. (1993). *Organizacija i praćenje učinaka cestovnih prijevoznih sredstava*, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.
- Uchoa, E., Pecin, D., Pessoa, A., Poggi, M., Vidal, T., & Subramanian, A. (2017). New benchmark instances for the Capacitated Vehicle Routing Problem, *European Journal of Operational Research*, 257(3), 845–858.