Proračun pouzdanosti voznog parka - na primjeru iz odabrane studije slučaja

Rukavina Bilandžija, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:554588

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marko Rukavina Bilandžija

PRORAČUN POUZDANOSTI VOZNOG PARKA - NA PRIMJERU IZ ODABRANE STUDIJE SLUČAJA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PRORAČUN POUZDANOSTI VOZNOG PARKA – NA PRIMJERU IZ ODABRANE STUDIJE SLUČAJA

Mentor: doc.dr.sc. Diana Božić

Student: Marko Rukavina Bilandžija

JMBAG: (0135227340)

Zagreb, kolovoz 2017.

SAŽETAK

Današnji prijevozni sustav, samim time i prijevozna sredstva, okarakterizirani su svojom složenosti konstrukcije, visokom stupnju zastupljenosti tehničkih elemenata, ali i zadovoljavajućom pouzdanošću. Zahvaljujući svemu navedenome omogućena je velika mogućnost prijevoznog učinka. Cilj ovog rada je istražiti pojmovno određenje voznog parka sa svim specifičnostima kao i istražiti proračun pouzdanosti istog na temelju studije slučaja. Ukoliko se govori o pouzdanosti prijevoznog parka, govori se o obilježju vjerojatnosti da će cjelokupna prijevozna sredstava biti u mogućnosti izvršavat zadanu funkciju namjene u zadanom vremenu koje je uzeto da bude u periodu od jednog do drugog redovitog održavanja.

Ključne riječi: pouzdanost, vozni park, prijevozna sredstva, redovito održavanje

SUMMARY

Today's transportation system, and therefore the transport environment, is characterized by its structure, high degree of representation of technical elements, but also with satisfactory reliability. Thanks to all of these, a great possibility of transport effect is possible. The aim of this paper is to explore the conceptual determination of a fleet with all the specifics as well as investigate the reliability calculation of the same on the basis of case studies. If it is a matter of reliability, it speaks of possibility of being able to preform the default function of intendet in a given time, that is taken to be in the period from one to another regular maintenance.

Keywords: reliability, fleet, means of transport, regular maintenance

SADRŽAJ

1. UVOD 2
2. VOZNI PARK 3
2.1. Pojmovno određenje voznog parka 3
2.2. Pojmovno određenje cestovnog prijevoza 5
2.3. Upravljanje voznim parkom 9
2.3.1. Transportne usluge 9
2.3.2. Organizacija rada i upravljanje vremenom radnika 10
3. ČIMBENICI UTJECAJA NA EKSPLOATACIJU VOZNOG PARKA 13
3.1. Održavanje voznog parka 13
3.2. Spremnost i efektivnost sustava 14
3.3. Raspoloživost sustava 15
3.4. Ostali čimbenici koji utječu na eksploataciju voznog parka 16
4. POUZDANOST VOZNOG PARKA 17
5. PRORAČUN POUZDANOSTI VOZNOG PARKA TVRTKE 20
6. ZAKLJUČAK 29
7. LITERATURA 30
POPIS SLIKA 31
POPIS TABLICA 31
POPIS GRAFOVA 31

1. UVOD

Predmet ovog rada je izvršiti proračun pouzdanosti određenog voznog parka. Vozni park predstavlja skup svih transportnih sredstava koji su u funkciji određenog poslovnog subjekta. Naime, ukoliko je riječ o voznim parkovima ono što je potrebno osigurati svakako je pouzdanost istih kao i radnu učinkovitost. Cilj ovoga rada prikazati je koji su to najbitniji elementi u voznome parku, odnosno koji su to elementi koji moraju biti zadovoljeni kako bi vozni park ispravno funkcionirao. Ono što je svakako najbitnije kod voznog parka je osigurati kvalitetu transportnog prijevoza kao i učinkovit transport od točke A do točke B u zadanom vremenskom okviru.

Rad se sastoji od nekoliko dijelova. U uvodnom dijelu prikazat će se pojmovno određenje pojma cestovno prometa te voznog parka. S obzirom da je naglasak ovog rada na voznom parku, u navedenom poglavlju obradit će se upravljanje voznim parkom s naglaskom na transportne usluge, organizaciju rada i upravljanje vremenom radnika. U slijedećem poglavlju obradit će se čimbenici koji utječu na eksploataciju voznog parka. Točnije riječ je o održavanju voznog parka te prijevoznih sredstava. U posljednjem poglavlju izvršit će se analiza pouzdanosti voznog parka na konkretnome primjeru. U zaključku su prikazani svi relevantni zaključci koji su doneseni tijekom izrade rada.

2. VOZNI PARK

Pojam „vozni park“ definira se kao skup svih transportnih sredstava određenog poduzeća [1]. On može biti formiran po organizacijskim i teritorijalnim potrebama tog poduzeća.
Govoreći o organizacijskom voznom parku on može biti formiran za pružanje usluga javnog prijevoza ili djelatnosti prijevoza za osobne potrebe.
Vozni parkovi formirani po teritorijalnim potrebama podrazumijevaju već navedene oblike, ali sa teritorijalnim ograničenjem, pa stoga postoje vozni parkovi sa lokalnim, regionalnim i međunarodnim prostorom djelovanja [2].

2.1. Pojmovno određenje voznog parka

Kao što je gore definirano pod pojmom voznog parka misli se na skup svih transportnih sredstava određenog poslovnog subjekta [2]. Dakle ovdje se misli na apsolutno sva prijevozna sredstva i to od automobila, autobusa, teretnih motornih vozila, tegljača, prikolica kao i poluprikolica. Potrebno je istaknuti kako vozni park može biti formiran, odnosno ustrojen i to prema organizacijskim i teritorijalnim potrebama tvrtke. Ukoliko je pak riječ o organizacijskim potrebama ističe se činjenica da se može formirati vozni park za pružanje usluga javnog prijevoza ili pak kao djelatnost za vlastite potrebe. U ovom segmentu se razlikuju vozni parkovi i to sa djelovanjem na fiksnim rutama ili pak na promjenjivim rutama, sve ovisno o potražnji. Ono što se također ističe je da prilikom formiranja voznih parkova prema teritorijalnim potrebama podrazumijeva zapravo sve navedene oblike organizacijskog voznog parka na definiranome području. Samim time postoje [3]:

- Parkovi sa lokalnim prostorom djelovanja
- Parkovi sa regionalnim prostorom djelovanja
- Parkovi s međunarodnim prostorom djelovanja

Svaki vozni park se sastoji od motornih vozila te od priključnih vozila sa posebnim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama. Ovdje se podrazumijevaju dimenzije vozila,

razmak osovina, dinamička svojstva vozila, masa vozila, korisna nosivost, zapremnina teretnog prostora, ekonomičnost te slično.

Vozni park prema svojim svojstvima može biti homogeni vozni park. To bi značilo da je vozni park sastavljen od vozila iste marke te istog tipa sa istim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama. Potrebno je ipak navesti činjenicu kako se ovaj tip homogenog voznog parka u praksi ipak vrlo rijetko nalazi. Iz toga slijedi da je vozni park u većini slučajeva ipak heterogene strukture. Točnije vozni park je većinom sastavljen od vozila različitih marki te tipova s različitim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama [4].

Osim homogenih i heterogenih parkova, parkovi se mogu podijeliti i s obzirom na njihovu veličinu, odnosno na broj transportnih jedinica koje poduzeće raspolaže. Sukladno tome vozni parkovi mogu biti [5]:

- Mali vozni park – do 20 vozila
- Srednji vozni park – 20 – 99 vozila
- Veliki vozni park 100 – 499 vozila
- Veoma veliki vozni park – preko 500 vozila

Ukoliko se radi o tvrtkama u kojima je transport primarna djelatnost, u njihovim se poslovnim procesima javlja niz podataka koje je potrebno prikupiti, a potom i obraditi kako bi se donijela što kvalitetnija poslovna odluka. U tom segmentu i prijevozni procesi postaju sve složeniji, a kao posljedica se javlja znatno složeniji proces kod donošenja odluka. Iz tog razloga je iznimno bitna, te nužna kvalitetna obrada prikupljenih podataka. Kod istraživanja transportnih procesa spoznalo se da zapravo najveći problem nastaje kod faze prikupljanja informacija sa prijevoznog sredstva s obzirom da je upravo prijevozno sredstvo glavni izvor podataka. Razvitkom informacijskih sustava navedeno je znatno olakšano.

2.2. Pojmovno određenje cestovnog prijevoza

Kada se govori o cestovnom prijevozu može se reći kako prijevoz tereta datira od pronalaska Otto motora. Naime, navedeno je bilo preduvjet naglom razvoju suvremenih prijevoznih sredstava i izgradnje modernih prometnica. Sam prijevoz tereta je složena stavka. Prijevoz tereta može biti na bliže ili pak na dalje udaljenosti. Poveznica je to da teret mora biti prenesen s jednog mjesta na drugo. Ukoliko su male udaljenosti između ta dva mjesta riječ je o unutarnjem prijevozu, dok ukoliko je riječ o većim udaljenostima riječ je o vanjskom prijevozu [2].

Sam pojam prijevoza tereta obuhvaća dva elementa, a to su organizacija prijevoza te tehnika prijevoza, o čemu će biti riječ u daljnjem tekstu.

Ulogu prijevoza tereta možemo promatrati s raznih gledišta kao [2]:

- utjecaj na razvoj privrede
- razmještaj proizvođačkih i potrošačkih centara
- prometne potrebe i mogućnosti zadovoljavanja
- odnos cestovnog prometa prema drugim granama prometa
- međusobni promet roba - povećanje obrambene sposobnosti zemlje

Postoji više podjela vrste cestovnog prometa. Radi lakšeg snalaženja iste su prikazane u tablici 1.

Tablica 1:Vrste cestovnog prometa

PODJELA PREMA KRITERIJIMA	
1. PODJELA PREMA TERITORIJALNOJ ZONI DJELOVANJA	a) prijevoz unutar zemlje na kraće i duže udaljenosti b) međunarodni prijevoz – pogranični, na duže udaljenosti, tranzitni
2. PODJELA PREMA NAČINU ORGANIZIRANJA	a) linijski – odvija se na određenoj relaciji po određenom voznom redu i prema utvrđenoj tarifi, može biti stalni, sezonski i privremeni b) slobodni – obavlja se na osnovu slučajnih potreba, pravci i tarifa nisu unaprijed utvrđeni
3. PODJELA PREMA NAMJENI	a) cestovni teretni prijevoz kojeg obavljaju specijalizirane prometne radne organizacije b) cestovni teretni prijevoz koji obavljaju organizacije za svoje osobne potrebe
4. PODJELA PREMA VRSTI POŠILJKE	a) prijevoz komadnih pošiljaka b) prijevoz kolskih pošiljaka c) maršrutni prijevoz – obavlja se većim brojem vozila za jednog primatelja
5. PODJELA PREMA SLOŽENOSTI PRIJEVOZA	a) normalne teretne prijevoze – ne zahtijevaju nikakve dodatne organizacijske zahtjeve b) specijalne teretne prijevoze – zahtijevaju posebne uvjete ili mjere za izvršenje prijevoza ili pak zahtijevaju specijalna vozila kao što su: hladnjače, prijevoz živih životinja, remokeri, autocestarine i slično
6. PODJELA PREMA PRIJEVOZNOM SREDSTVU	a) teretni prijevoz motornim vozilima b) teretni prijevoz vozilima na motorni pogon c) prijevoz zapregom d) prijevoz ostalom vučom

Izvor: [6]

Pod infrastrukturom se podrazumijevaju svi statički objekti, odnosno objekti čije je postojanje nužno za odvijanje prijevoznog procesa. Upravo na ovaj način definirana

infrastruktura je prihvatljiva u užem smislu. U elemente infrastrukture ubrajaju se slijedeće stavke [6]:

- Cestovne prometnice
- Terminali
- Operativne površine koje služe za smještaj te za tehnološku obradu supstrata
- Operativne površine i objekti koji služe za smještaj i održavanje

U daljnjem tekstu govorit će se o cestovnim prometnicama. Cestovna je prometnica zapravo elementarni podsustav prometa te vrlo bitan tehnički podsustav. U Republici Hrvatskoj cestovne su prometnice podijeljene Zakonom[1] na:

- Državne ceste
- Županijske ceste
- Lokalne ceste
- Ostale cestovne prometnice

Sljedeća stavka u prijevozu roba svakako su teretna cestovna prijevozna sredstva, odnosno motorna te priključna vozila pomoću kojih je moguće obaviti transport u teretnome prometu. Vrlo bitne karakteristike koje svako suvremeno te ekonomično dostavno vozilo mora ispunjavati su podobnost za razvijanje većih brzina kretanja te ubrzanja i dostatan teretni prostor koji treba zaprimiti što je moguće veći volumen u odnosu na cjelokupni volumen samog vozila. Tu su svakako i određeni agregati, uređaji kao i mehanizmi koji prilikom prijevoznog procesa moraju pružiti garanciju sigurnosti.

Sama opremljenost vozila mora biti takva da osigurava udobnost vozača kao i potrebnu sigurnost prilikom upravljanja. Prijevozna sredstva konstrukcijski bi trebala biti što jednostavnija, a sami troškovi eksploatacije što niži.

Cestovna teretna prijevozna sredstva su zapravo motorna vozila koja su namijenjena prijevozu tereta. U samoj javnosti često se govori o kamionima, dok zapravo skupinu cestovnih teretnih prijevoznih sredstava čine [2]:

[1] Zakon o cestama, Narodne novine br. 84/11, Zagreb, 2011.

- Klasična teretna vozila
- Kombinirana vozila
- Skup vozila

Sama konstrukcija teretnoga vozila sastoji se od podvozja, pogonskog sklopa, vozačke kabine te nadvozja koji je predviđen za smještaj tereta. Teretna se vozila dijele prema različitim kriterijima kao što su primjerice masa, nosivost, dimenzije, konstrukcijske značajke i slično. Prema općoj podijeli teretni se automobili dijela prema ukupnoj masi (mala, srednja te velika) i to u skladu s osnovnom tehničkom podjelom na:[2]

1. N1 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase do 3.500 kg
2. N2 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3.500 kg, a manje od 12.000 kg
3. N3 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 12.000 kg

U skupinu malih teretnih automobile spadaju i kamioneti, kombi vozila kao i manja dostavna vozila s obzirom da se prema svojim značajkama ne razlikuju previše od osobnih automobila. Dostavna se vozila proizvode s benzinskim, dizelskim te motorima na ukapljeni naftni plin. Zanimljivo je kako su u posljednje vrijeme prisutni i hibridni te vozila na elektro pogon. Ovakva vrsta vozila koristi se na lokalnim razinama, odnosno na relacijama kratkog puta. Posebnost ovakvog tipa vozila proizlazi iz toga da se pored samog tereta mogu smjestiti i osobe, odnosno za primjer se može uzeti servisno vozilo s rezervnim dijelovima, alatom te serviserom ili pak vozilo s posebnom mjernom opremom kao i stručnim osobljem koje provodi mjerenje. U najvećem broju slučajeva, kombi zapravo ispunjava svoju uobičajenu zadaću, a to je prijevoz tereta [7].

[2] Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, Narodne novine br. 51/10, Zagreb, 2010.

2.3. Upravljanje voznim parkom

Osnovni elementi koji utječu na upravljanje voznim parkom su [4]:

- Poznavanje potražnje za transportnim uslugama na temelju kojeg se izvršava planiranje transportnih procesa
- Upravljanje radom vozila
- Upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika

2.3.1. Transportne usluge

Ukoliko je riječ o optimiranju upravljanja voznim parkom, potrebno je izvršiti i planiranje transportnih procesa. Navedeno je moguće isključivo u uvjetima kada se poznaje potražnja za transportnim uslugama. Krenuvši od potražnje uočljivo je da se ista promatra kao zavisna varijabla. Ona je u uskoj vezi sa gospodarskim stanjem na određenomu teritoriju i to u određenome vremenskome periodu. Može se reći kako potražnja izravno ovisi o industrijskoj proizvodnji kao i o razini BDP-a.

Sukladno navedenome, ukoliko se promatra zakon ponude i potražnje uočljivo je kako se rastom cijena transportnih usluga raste i količina usluga na tržištu. Istodobno porastom cijena usluga pada i potražnja za njima. Ovo je vrlo logičan slijed. Rastom cijena pružanje usluga transporta postaje sve zanimljivije i profitabilnije prijevoznicima. Oni upravo u takvim situacijama donese odluke o proširenju voznih parkova i to u nadi da će na tržištu zauzeti čim veći dio [4].

Nadalje, povećanje cijena zanimljivo je i velikome broju gospodarskih subjekata iz razloga što im transport do tada nije bio primarna djelatnost te se zapravo žele ubaciti u prijevozničku branšu s obzirom da upravo tamo vide profit. Razvojem svih ovih događaja i na samome tržištu enormno velikom brzinom raste broj prijevoznika koji nude svoje usluge. Njihov je cilj ostvarivanje profita. Ipak, u čitavoj toj situaciji davatelji usluga ne shvaćaju da zapravo rade štetu sami sebi. Nakon određene količine ponuđenih usluga dolazi do zasićenja tržišta iz razloga što ponuda postaje veća od potražnje. Na taj se način javlja i višak transportnih kapaciteta. Konkurencija na taj način raste i dana u dan, a samo najjači opstaju.

Iz svega navedenoga jasno je kako se povećanje cijena transporta smatra svojevrsnim dvosjeklim mačem jer nakon nekog vremena cijene će u pravilu pasti pa čak i niže od razine na kojima su prije bile.

Ukoliko se pak porast cijena promatra sa stajališta korisnika transportnih usluga, na njih djeluju suprotno. Dakle, kada su cijene u porastu, korisnici žele na što racionaliziraniji i optimalniji način smanjiti potrebu za transportom. Upravo s tim smanjenjem utječu na ukupno smanjenje prijevozne potražnje.

Idealna situacija dogodila bi se u trenutku kada bi se ponuda te potražnja izjednačile. Točnije ponuda i potražnja tada bi došle do ravnoteže s obzirom da bi količina usluga koju prijevoznici nude bila podjednaka količini usluga koju korisnici traže. U tom slučaju cijena bi bila formirana na način da je prihvatljiva za obje strane [4].

2.3.2. Organizacija rada i upravljanje vremenom radnika

Za efikasno i profitabilno poslovanje transportnog poduzeća iznimno je bitan niz organizacijskih sposobnosti rukovodećih ljudi. Naime, kako bi poslovanje teklo kako treba, najvažnije je da tvrtka ima dovoljno količine robe koja se prevozi u određenom vremenskom intervalu. Ukoliko postoje unaprijed dogovorene prijevozne rute rizik poslovanja se znatno smanjuje, te ne dolazi do zastoja u poslovanju.

Najbitnije je napraviti ravnotežu u poslovanju kako prijevozna sredstva ne bi stajala neiskorištena. Primjerice, ako tvrtka posjeduje jednog vozača C kategorije i 2 vozila. Jedno je hladnjača, a drugo za prijevoz paletiziranog tereta. Iako su joj za poslovanje potrebna oba vozila, samo jedno od njih će biti u funkciji u nekom trenutku.

Rješenje poslovanja bi bilo zapošljavanje još jednog vozača. Iako, na početku bi to uvelike uvećalo troškove na račun tvrtke zbog izdataka koje treba pružiti radniku. Eksploatacijom oba vozila dolazi do stopostotne iskorištenosti resursa, te samim time i veće dobiti.

Radno vrijeme radnika strogo je definirano i kontrolirano zakonom i tahografima[3].

[3] tahograf (grč.), instrument za registriranje brzine vozila; obvezatno se ugrađuje u teretna i javna putnička vozila radi kontrole ekonomičnosti i pridržavanja prometnih propisa. (http://www.hrleksikon.info)

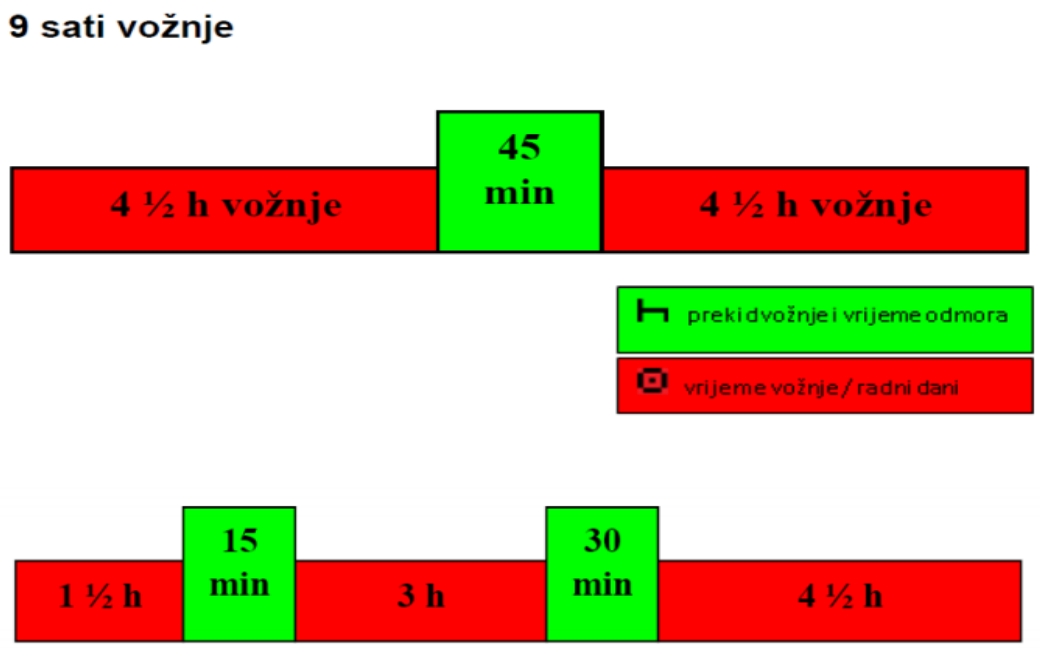
Zakon[4] definira:

1. *„»AETR«* je Europski sporazum o radu posade na vozilima koja obavljaju međunarodni cestovni prijevoz, sklopljen u Ženevi 1. srpnja 1970.,
2. *»mjesto rada«*
3. *»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,
4. *»nekomercijalni prijevoz«* označava prijevoz koji se ne smije obavljati s namjerom ostvarivanja dobiti,
5. *»noćni rad«* je rad koji se obavlja tijekom noćnog vremena, odnosno rad koji se obavlja u razdoblju između 00.00 i 5.00 sati,
6. *»osoba koja obavlja mobilne aktivnosti u cestovnom prijevozu«* je mobilni radnik i samozaposleni vozač,
7. *»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,
8. *»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.
9. *»razdoblja raspoloživosti«* su razdoblja koja se isključuju iz radnog vremena
10. *»samozaposleni vozač«* je fizička osoba“

4 Zakon o radnom vremenu, obveznim odmorima mobilnih radnika i uređajima za bilježenje u cestovnom prijevozu, Narodne novine br. 75/13, Zagreb, 2013.

U nastavku je slikovito prikazano dopušteno dnevno i tjedno radno vrijeme vožnje, isto tako i obavezni odmori. Važno je napomenuti da vozač dnevno smije voziti najviše 9 sati sa uključenom pauzom [6].

.



Slika 1: Vrijeme rada i odmora [6]

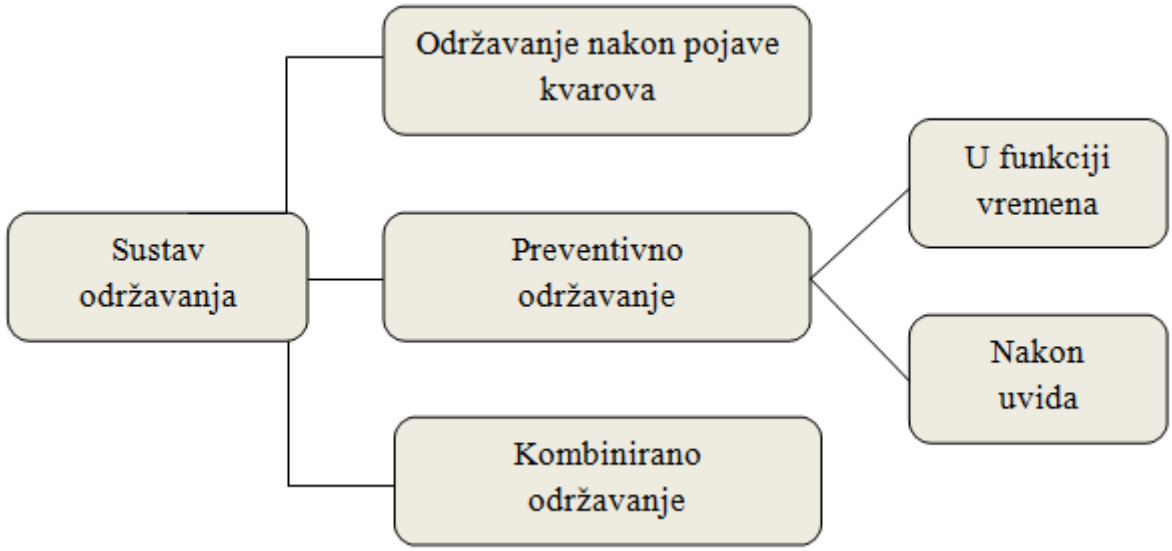
3. ČIMBENICI UTJECAJA NA EKSPLOATACIJU VOZNOG PARKA

Eksploatacija voznoga parka je izraz za iskorištenje voznog parka u odnosu na njegov tehnički kapacitet propisan tehničkim priručnikom za održavanje. Osnovno mjerilo za eksploataciju je stupanj iskorištenosti kapaciteta [8].

Da bi eksploatacija voznog parka bila tehnički ispravna, sva vozila bi također trebala biti tehnički ispravna. Tehnička ispravnost vozila ovisi o nekoliko čimbenika. Glavni čimbenik jest održavanje voznog parka koji je u nastavku objašnjen, iako postoje i ostali čimbenici na koje se više-manje može utjecati. Kako bi eksploatacija voznog parka bila što isplativija potrebno je voditi redovitu brigu o održavanju voznog parka.

3.1. Održavanje voznog parka

Ono što je nužno svakako je održavanje prijevoznih sredstava, odnosno voznog parka. Naime, najčešći načini održavanja uključuju preventivno održavanje, održavanje nakon pojave kvara ili tako zvano kombinirano održavanje.



Slika 2: Načini održavanja prijevoznih sredstava [9]

Sama kvaliteta održavanja u pravilu se odražava na ispravnosti vozila. Elementi održavanja prijevoznih sredstava zapravo su u funkciji održavanja rada motora, održavanja upravljačkog sustava, te održavanja kočionog sustava kao i u funkciji održavanja pneumatika.

Kada se radi o održavanju, bitno je da ono bude redovito i pravilno. Tehnički pregledi vozila uključuju [9]:

- Svakodnevni pregled
- Prvi servisni pregled
- Drugi servisni pregled
- Redoviti tehnički pregled
- Izvanredni tehnički pregled
- Laki popravci
- Srednji popravci
- Generalni popravci

Održavanje voznog parka podrazumijeva i visok postotak ukupnih troškova poduzeća. Samim time potrebno je voditi velikog računa prilikom nabave voznog parka.

3.2. Spremnost i efektivnost sustava

Spremnost sustava je vjerojatnost da sustav kada se koristi pod specifičnim uvjetima ima sposobnost da počne sa svojom funkcijom namjene u bilo kojem trenutku t, ili kada se to od njega zahtjeva. Osnova kako bi se odredila spremnost je ukupno vrijeme koje sadrži vrijeme skladištenja, vrijeme korištenja, vrijeme zastoja i slobodno vrijeme.

Efektivnost se razmatra tijekom nekog vremenskog intervala, dok spremnost razmatra vjerojatnost u nekom trenutku vremena.

Spremnost ili pripravnost se može izraziti kao odnos između prosječnog vremena u ispravnom radu i ukupnog promatranog vremena [13]:

$$Spremnost = \frac{t_{ur} + t_{nr}}{t_{ur} + t_{nr} + t_z} \quad (1)$$

Gdje je :

$t_{ur} - srednje\ vrijeme\ u\ radu$

t_{nr} – srednje vrijeme kada je sustav spreman za korištenje ali se ne koristi

t_z – srednje vrijeme zastoja

3.3. Raspoloživost sustava

Raspoloživost sustava je vjerovatnost da sustav obavlja zadanu funkciju u bilo kojem trenutku. Postoje operativna, vlastita i dostignuta raspoloživost [13]:

- Operativna raspoloživost je vjerovatnost da je sustav sposoban početi obavljati zadanu funkciju kada se za to ukaže potreba.
- Vlastita raspoloživost ne uzima u obzir administrativno i logističko vrijeme te je ono uvijek veće ili jednako operativnoj raspoloživosti sustava.
- Dostignuta raspoloživost sustava je vjerovatnost da će sustav ili prometno sredstvo biti spremno za početak obavljanja zadane funkcije u uvjetima korektivnog i preventivnog održavanja u bilo kojem trenutku vremena. Ona uzima u obzir i planirano i ne planirano održavanje sustava.

3.4. Ostali čimbenici koji utječu na eksploataciju voznog parka

Šansu za pojavom izvanrednog kvara na vozilu vrlo je teško precizno odrediti zbog brojnosti elemenata koji na kvar utječu, kao i na nemogućnost vrednovanja nekih od tih elemenata. Elementi koji na to utječu su [9]:

- Marka prijevoznog sredstva koja upućuje na tehničke značajke i kvalitetu
- Pojava preopterećenja
- Klimatski uvjeti
- Stanje prometnica
- Kvaliteta goriva i maziva
- Način upravljanja

4. POUZDANOST VOZNOG PARKA

Pouzdanost možemo definirati kao „vjerojatnost da će sustav raditi na predviđeni način u određenom vremenu i u predviđenim radnim uvjetima, uz minimalne prekide uzrokovane greškama u dizajnu ili radu.“ [10]

Jedno od važnijih obilježja prijevoznih sredstava jest pouzdanost koje se spominje u proizvodnim i istraživačkim fazama. Za definiranje pouzdanosti koriste se četiri važna elementa [13] :

- Nivo povjerenja
- Zahtijevana funkcija, funkcija namjene
- Zadani uvjeti
- Tijek zadanog perioda vremena

Nivo povjerenja je vjerojatnost da je neki parametar u granicama dozvoljenih odstupanja, u nekom intervalu. Primjerice ako je pouzdanost nekog sustava 0,9 na nivou povjerenja 95% to znači da postoji rizik od 5%.

Zahtijevana ili namjenska funkcija uključuje vrijeme rada i definiciju otkaza. Otkazi mogu biti [13]:

- Katastrofalni (kada sustav iznenada otkaže)
- Povremeni (javljaju se s vremena na vrijeme i nestanu)
- Promjenjivi (sustav radi čas ispod a čas iznad dozvoljenih granica)

Zadani uvjeti okoline imaju veliki utjecaj na vrijednost pouzdanosti. To su mehanički, električki, termički, i sl. uvjeti koji rezultiraju vibracijama, udarima, vlagom, temperaturom. Ako sustav učestalo radi pod povećanim opterećenjem vijek trajanja se smanjuje a intenzitet otkaza povećava.

Zadano vrijeme trajanja je suprotno proporcionalno pouzdanosti. To je vremenski period za koji se želi obaviti zahtijevani rad. Ako je to vrijeme kraće tada se zadržava visoka pouzdanost [13].

Pouzdanost ne ovisi samo o spomenutim elementima nego i o postupanjima zaposlenih prema vozilima, održavanjima te uvjetima u kojima vozila rade. Zaključno, pouzdanost je nemoguće odrediti unaprijed, ali se svakako može predvidjeti.

Ukoliko se radi o **N** broju vozila, nakon određenom vremena broj vozila će biti $\mathbf{n_1}$ (vozila koja nisu otkazala) kao i $\mathbf{n_2}$ (vozila koja su otkazala). Upravo se na taj način može u bilo kojem mogućem trenutku i odrediti pouzdanost voznog parka, točnije formulom [4]:

$$N = n_1 + n_2 \tag{2}$$

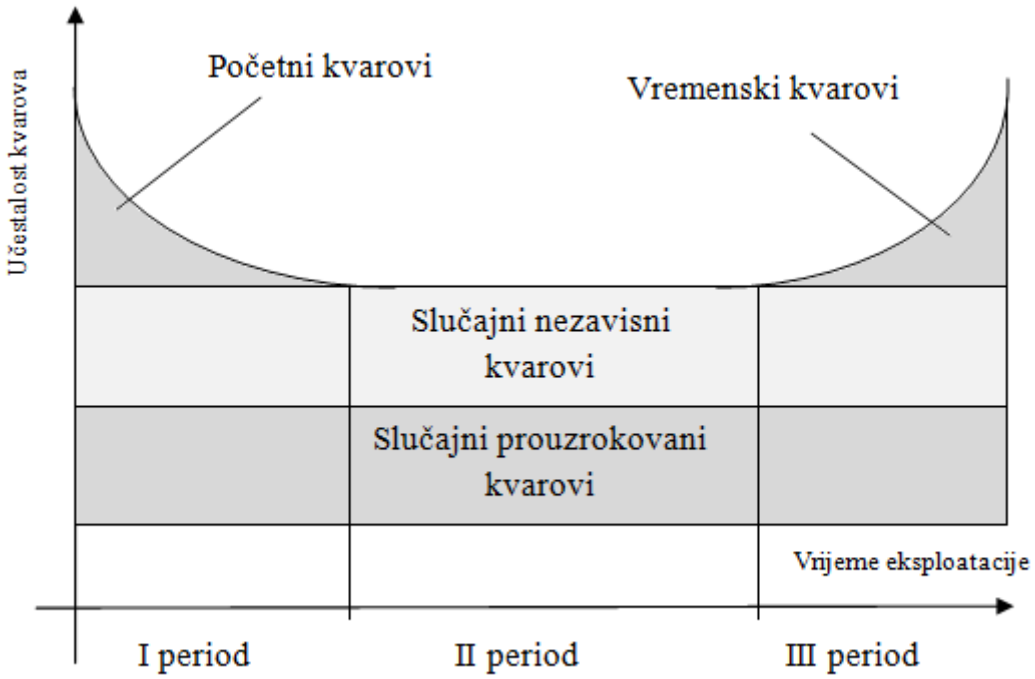
$$R\,(t) = \frac{n_1(t)}{t} \tag{3}$$

$$R\,(t) = \frac{n - N(t)}{n} \tag{4}$$

Gdje je: R(t) - pouzdanost
t - vrijeme rada

Samim time ukoliko se promatra pouzdanost cjelokupnoga vijeka prijevoznog sredstva uočljivo je kako se ponavljaju određene zakonitosti prema kojima dolazi do kvara ili pak zastoja. Ovdje je riječ o tri temeljna vremenska intervala što je vidljivo na slici 3, točnije [4]:

- Interval uhodavanja – t_0, t_1
- Interval normalne upotrebe – t_1, t_2
- Interval dotrajnosti – t_2, t_3



Slika 3: Dijagram "Kada" [10]

Metode određivanja pouzdanosti tehničkih sustava mogu se mjeriti kroz dvije metode [10]:

1. **„A priori“ metoda**- poznata je još po nazivu prediktivna metoda.
   U ovoj metodi pouzdanost se predviđa unaprijed, odnosno u fazi razvoja i projektiranja sustava i to na temelju poznavanja komponenti sustava i njihovih pouzdanosti.
2. **„A posteriori“ metoda**- ovdje se pouzdanost određuje na temelju podataka dobivenih iz eksploatacije sustava. Ta metoda vrši provjeru „a priori“ metode te omogućuje daljnju optimizaciju sustava.

5. PRORAČUN POUZDANOSTI VOZNOG PARKA TVRTKE

Tvrtka HN first auto j.d.o.o. je tvrtka koja se bavi iznajmljivanjem kombi vozila. Sva vozila iznajmljena su kurirskoj službi DPD. S obzirom da je kurirska služba specifične naravi, te se svaki dan prelazi relativno puno kilometara u uvjetima gradske vožnje, vrlo su česti servisi, te popravci zbog oštećenja i izvanrednih otkaza vozila. HN first auto j.d.o.o. posluje od 2013. godine. Vozni park ove tvrtke sastoji se od 10 starijih kombi vozila modela Ford Transit koje je prikazano na slici 4.

U razgovoru sa direktorom Nenadom Halilovićem dobiveni su podaci koji su potrebni za izračun pouzdanosti navedenog voznog parka (tablica 2). Neki od nepredviđenih popravaka i servisa odrađeni su „u hodu“, odnosno tijekom ili nakon radnog vremena vozila, te tako nije došlo do gubitka u radnim danima vozila. Kako bi se lakše razumjelo o kakvim popravcima je riječ, direktor je naveo sitne popravke poput zamjene diskova, mijenjanje žaruljica, te manji popravci na karoseriji vozila i dr.

Slika 4: Vozila tvtke HN first auto j.d.o.o., [11]

Promatran je period rada vozila od 2013 do 2016 godine. Svako vozilo godišnje radi maksimalno 250 dana, te dnevno mora biti na raspolaganju (u radu) 16 sati. Godina je podijeljena na 2 ciklusa. Ciklus počinje nakon obavljenog velikog servisa i traje do sljedećeg velikog servisa. Prema ustupljenim podacima svako vozilo godišnje obavi dva velika servisa.

Prvi korak u izračunu pouzdanosti voznog parka bio je izračunati širinu vremenskog intervala Δ(t). Preporučena širina intervala Δ(t) se računa prema formuli 5 [13]:

$$\Delta(t) = \frac{t_{max} + t_{min}}{1 + 3.3\log(n)} \tag{5}$$

gdje je: t_{min} – vrijeme pojave prvog zastoja

t_{max} – vrijeme posljednje pojave zastoja.

Vrijeme posljednje pojave zastoja t_{max} predstavlja vrijeme između redovitih servisa, odnosno maksimalno polugodišnje vrijeme rada vozila. Ukupno godišnje vrijeme rada (dostupnosti vozila) jednako je umnošku radnih dana i radnih sati dnevno (250*16).

Za tako postavljeno, vrijeme posljednje pojave zastoja onda iznosi t_{max}=2000.

Vrijeme pojave prvog zastoja t_{min} je u ovom slučaju jednak 0, jer se počinje mjeriti od početka godine, nakon redovnog servisa. Broj promatranih vozila n je 10.

Uvrštavanjem u formulu 5 dobije se:

$$\Delta(t) = \frac{2000 + 0}{1 + 3.3\log(10)} = 465.116\ sati$$

Radi lakše podjele intervala i jednostavnijeg prikaza u ovom primjeru za širinu intervala je uzeta vrijednost od 400 sati.

U tablici 2 su navedeni otkazi vozila u vremenima rada za promatrani period. Kolona „Ciklus“ odnosni se na periode od redovitog do redovitog servisa. Vremenski interval od 400 sati dijeli svaki ciklus na pet intervala.

Pod zapisom „nije otkazalo“ dane su vrijednosti za vozila za koja nije zabilježen posjet servisu zbog izvanrednog kvara (otkaza).

Tablica 2: Broj otkaza vozila po intervalima od 400 sati rada od 2013. do 2016. godine

		Godine			
Ciklus	Interval (h)	2013	2014	2015	2016
I	0-400	1	0	1	0
II		2	0	0	0
I	400-800	5	3	2	2
II		4	2	4	2
I	800-1200	2	4	4	4
II		3	6	4	5
I	1200-1600	0	1	0	1
II		0	0	0	1
I	1600-2000	2	2	2	3
II		0	0	1	2
I	Nije otkazalo	0	0	1	0
II		1	2	1	0

Drugi koraka i izračunu bio je izračunati intenzitet otkaza za svaki interval.

Za Intenzitet otkaza λ(t) koristi se formula [13]:

$$\lambda(t) = \frac{N(\Delta t)}{\frac{n(t-\Delta t)+n(t)}{2} * \Delta t} \tag{6}$$

Gdje je: $N(\Delta t)$ – ukupan broj otkaza do trenutka t

$n(t)$ – ukupan ispravnih elemenata do trenutka t

Δt – širina intervala

U 1. intervalu 1. ciklusa broj otkaza je 1. Broj vozila bez otkaza do trenutnog intervala $n(t-\Delta t)$, je 10, a broj vozila kod kojih nije došlo do otkaza do kraja promatranog intervala $n(t)$ je 9. Za širinu intervala, kao što je već rečeno korištena vrijednost je 400. Uvrštavanjem u formulu 6 intenzitet otkaza u 1. intervalu 1. ciklusa je:

$$\lambda(t) = \frac{1}{\frac{10+9}{2} * 400} = 0.000172$$

U 2. intervalu je ukupno otkazalo 5 vozila. Do njega je bez otkaza bilo 9 vozila, a nakon njega je ostalo 4 vozila koja su u sljedeći interval prešla bez otkaza pa je intenzitet otkaza u 2. intervalu:

$$\lambda(t) = \frac{5}{\frac{9+4}{2} * 400} = 0.001923$$

Na isti način se računaju preostali intervali 1. ciklusa.

3. Interval

$$\lambda(t) = \frac{2}{\frac{4+2}{2} * 400} = 0.001667$$

4. Interval

$$\lambda(t) = \frac{0}{\frac{2+2}{2} * 400} = 0.000172$$

5. Interval

$$\lambda(t) = \frac{2}{\frac{2+0}{2} * 400} = 0.005$$

Za funkciju gustoće otkaza f(t) koristi se formula [13]:

$$f(t) = \frac{N(\Delta t)}{n * \Delta t} \tag{7}$$

U 1. intervalu prvog ciklusa broj otkaza $N(\Delta t) = 1$, a ukupan broj vozila n i širina intervala Δt ostaju nepromjeni, pa se za 1. interval 1. ciklusa računa:

$$f(t) = \frac{1}{10 * 400} = 0.00025$$

U 2. intervalu je broj otkaza 5, pa se dobije:

$$f(t) = \frac{5}{10 * 400} = 0.00125$$

Na isti način se nastavlja račun za 3., 4. i 5. interval.

3. Interval

$$f(t) = \frac{2}{10 * 400} = 0.0005$$

4. Interval

$$f(t) = \frac{0}{10 * 400} = 0$$

5. Interval

$$f(t) = \frac{2}{10 * 400} = 0.0005$$

Da bi se izračunala pouzdanost voznog parka, koristeći formulu za pouzdanost (4) prvo se računa pouzdanost u 1. intervalu 1. ciklusa. Za navedeno ukupan broj vozila n je 10, a broj otkaza u 1. intervalu je 1. Uvrštavanjem u formulu 4 dobije se:

$$R(t) = \frac{10 - 1}{10} = 0.9$$

U 2. intervalu 1. ciklusa otkazalo je još 5 vozila, pa je sada N(t) jednak 6.

$$R(t) = \frac{10 - 6}{10} = 0.4$$

Mijenjanjem ukupnog broja otkazanih vozila dobivene su sljedeće vrijednosti za preostale intervale 1. ciklusa.

3. Interval

$$R(t) = \frac{10 - 8}{10} = 0.2$$

4. Interval

$$R(t) = \frac{10 - 8}{10} = 0.2$$

5. Interval

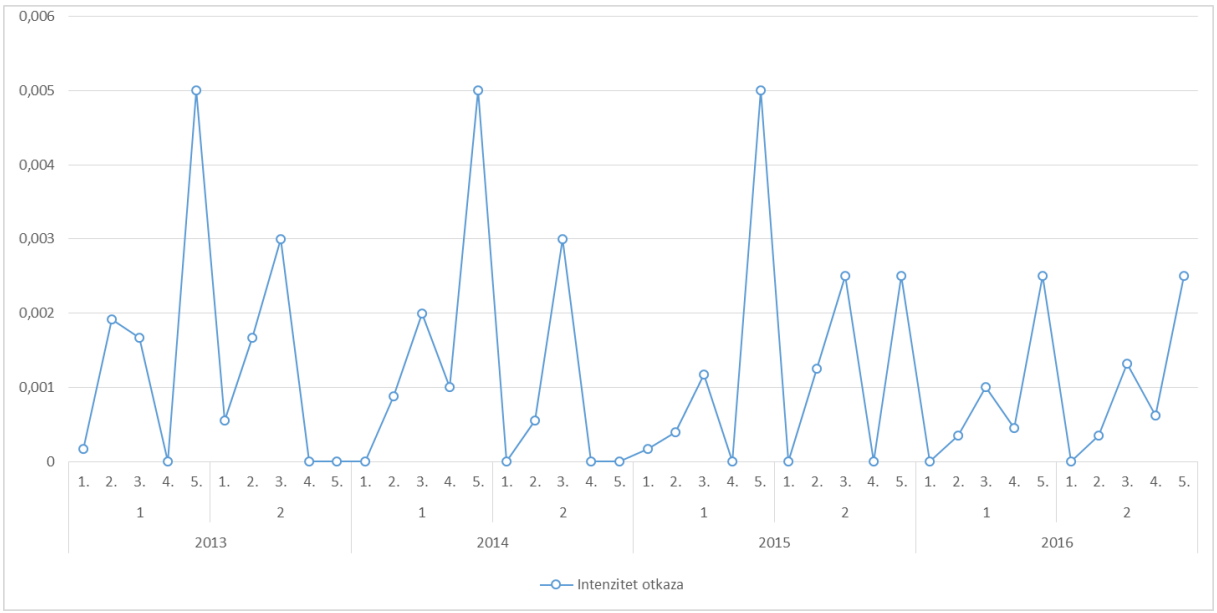
$$R(t) = \frac{10 - 10}{10} = 0$$

Nakon 1. ciklusa, na isti način je potrebno izračunati intenzitet otkaza, gustoću otkaza i pouzdanost za 2. ciklus te preostale 3 promatrane godine. Kada su svi potrebni rezultati izračunati u Excel (zbog dužine proračuna) programu dobivena je sljedeća tablica:

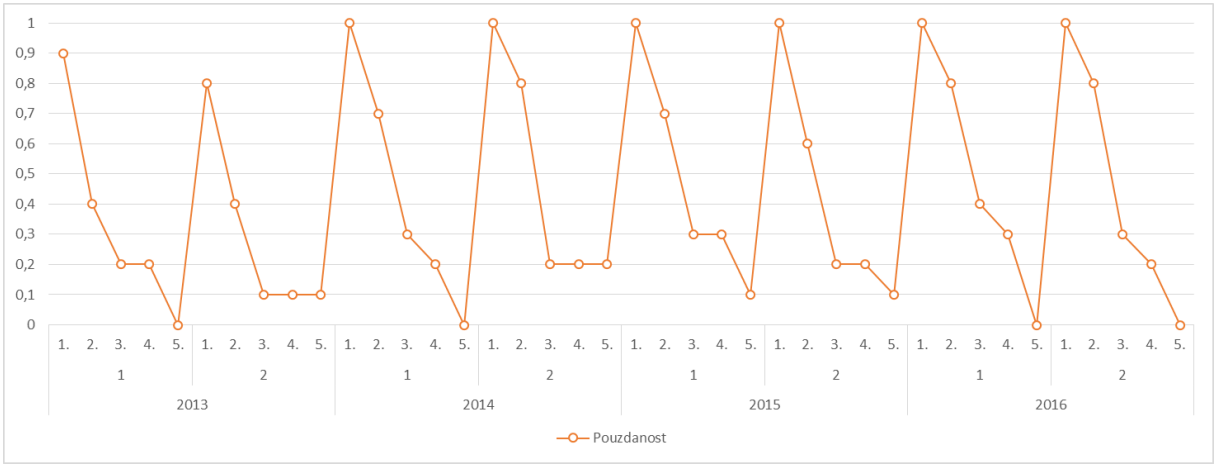
Tablica 3: Izračunate vrijednosti intenziteta, gustoće i pouzdanosti u zadanim intervalima

Godina	*ciklus*	*Interval*	*Intenzitet*	*Gustoća*	*Pouzdanost*
2013	1	1.	0.000172	0.00025	0.9
		2.	0.001923	0.00125	0.4
		3.	0.001667	0.0005	0.2
		4.	0	0	0.2
		5.	0.005	0.0005	0
	2	1.	0.000556	0.0005	0.8
		2.	0.001667	0.001	0.4
		3.	0.003	0.00075	0.1
		4.	0	0	0.1
		5.	0	0	0.1
2014	1	1.	0	0	1
		2.	0.000882	0.0005	0.7
		3.	0.002	0.0015	0.3
		4.	0.001	0	0.2
		5.	0.005	0	0
	2	1.	0	0	1
		2.	0.000556	0.0005	0.8
		3.	0.003	0.0015	0.2
		4.	0	0	0.2
		5.	0	0	0.2
2015	1	1.	0.000172	0.00025	1
		2.	0.0004	0.0005	0.7
		3.	0.001176	0.001	0.3
		4.	0	0	0.3
		5.	0.005	0.0005	0.1
	2	1.	0	0	1
		2.	0.00125	0.001	0.6
		3.	0.0025	0.001	0.2
		4.	0	0	0.2
		5.	0.0025	0.00025	0.1
2016	1	1.	0	0	1
		2.	0.000357	0.0005	0.8
		3.	0.001	0.0015	0.4
		4.	0.000455	0.00175	0.3
		5.	0.0025	0.0025	0
	2	1.	0	0	1
		2.	0.000357	0.0005	0.8
		3.	0.001316	0.00175	0.3
		4.	0.000625	0.002	0.2
		5.	0.0025	0.0025	0

Kako bi se vrijednosti lakše predočile, one su prikazane u grafovima 1 i 2.



Graf 1: Intenzitet otkaza vozila po intervalima od 2013. do 2014. godine



Graf 2: Pouzdanost voznog parka po intervalima od 2013. do 2014. godine

Da bi se saznao prosječan dnevni broj vozila koja su raspoloživa za rad u svakoj godini koristi se formula za raspoloživost [17] :

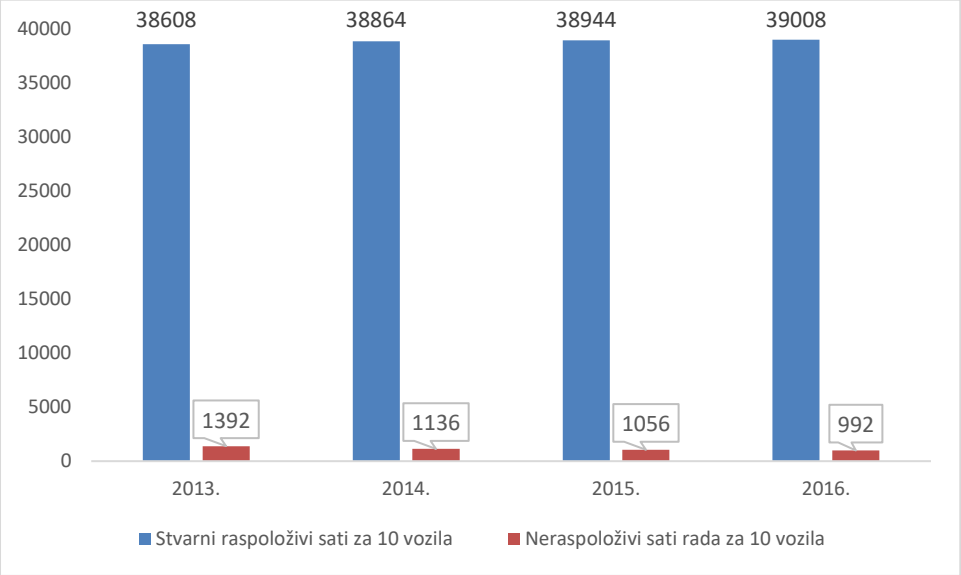
$$i_a = \frac{h_{uk} - h_s}{h_{uk}} * i_{uk} \tag{8}$$

Tablica 4: Podaci o vremenima provedenim u radu i izvan uporabe

Godina	2013.	2014.	2015.	2016.
Broj radnih dana	250	250	250	250
Maksimalni raspoloživi sati voznog parka za 10 vozila (h_{uk})	40000	40000	40000	40000
Neraspoloživi sati rada za 10 vozila (h_s)	1392	1136	1056	992
Raspoloživost (i_{uk})	9.652	9.716	9.736	9.752

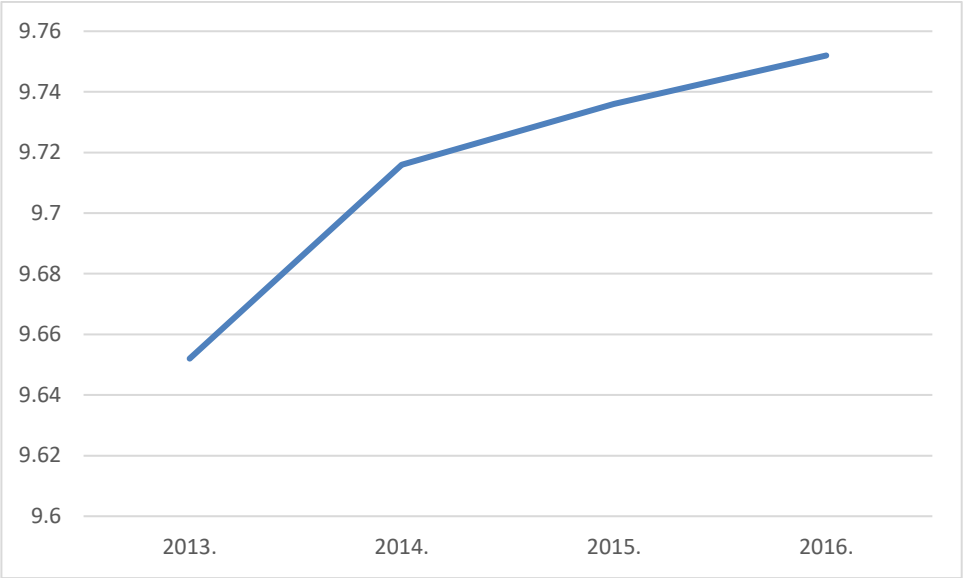
Ako je prema tablici 4 ukupan broj mogućih radnih sati u godini za 10 vozila h_{uk}=40000, zbroj sati za 10 vozila van uporabe h_s za 2013. godinu 1392, a broj promatranih vozila i_{uk}=10, za 2013. godinu raspoloživost vozila je (8):

$$i_a = \frac{40000 - 1392}{40000} * 10 = 9.652\ vozila$$



Graf 3: Raspoloživi i neraspoloživi sati voznog parka

Iz grafa 3 se može vidjeti kako je prve godine broj raspoloživih sati za 10 vozila 38608. Vidi se da je svake sljedeće godine sve veći, dok se broj neraspoloživih sati razmjerno tome svake godine smanjuje.



Graf 4: Raspoloživost voznog parka od 2013. do 2014. godine

U grafu 4 se vidi kako raspoloživost vozila raste tijekom godina i sve više se približava idealnom broju 10. Kada bi raspoloživost bila jednaka 10, to bi značilo da tvrtka svaki dan na raspolaganju ima svih 10 vozila.

Iz empirijskih podataka o nastanku kvarova koji su prouzročili izbivanje pojedinih vozila iz sustava transporta dobivene su empirijske funkcije pouzdanosti, te gustoće i intenziteta pojava ne upotrebljivosti pojedinih vozila u planiranom ciklusu rada, koje su prikazane tablično i grafički. Analize izvedene razdiobom srednjeg vremena između otkaza na 5 jednakih vremenskih intervala (moglo je i drukčije) dala je oblike empirijskih funkcija gustoće i intenziteta otkaza koja približno odgovaraju tipičnim funkcijama koje opisuju slučajne otkaze odnosno uočava se u intervalu promatranja svake od pojedinih funkcija tzv. „interval starenja“. Kako se ovdje radi o popravljivom sustavu može se uočiti; promatranjem serije analiziranih podataka kroz godine da dolazi do blagog poboljšanja pouzdanosti voznog parka što se može pripisati redovitom održavanju, što se odražava na povećanje raspoloživosti vozila tijekom godina.

6. ZAKLJUČAK

Teretni prijevoz odvija se kroz čitavu povijest. Iako najprije vezan uz robovlasništvo i uz isključivo snagu čovjeka, danas je teretni prijevoz organiziran na potpuno jedan drugačiji način. Najprije se prijevoz tereta odvijao pomoću splavova, a izumom kotača pomoću ranih kočija. Najveći napredak u prijevozu omogućio je izum motora, a od tada revolucija razvoja prijevoznih sredstava nije prestala. —Pojam cestovnog prometa danas je jedan od najkorištenijih pojmova. Prijevoz velike većine tereta odvija se upravo putem ove vrste prijevoza. Cestovni promet i prijevoz tereta svojim razvitkom povoljno su djelovali na privredu te na razmještaj proizvođačkih i potrošačkih centara. Postoje različiti oblici tereta koji se prevoze, a svojstveno za sve njih je da prolaze određeni proces prilikom prijevoza. Proces prijevoza tereta najlakše se može podijeliti u tri osnovne faze, a to su: prijemna faza, faza izvršenja i faza okončanja. Sve tri faze su vrlo bitne, no ukoliko bi morali izdvojiti jednu od njih svakako je to faza izvršenja u kojoj pogreške nisu dozvoljene. Za prijevoz tereta potrebna je i dokumentacija. Dokumentacija se odnosi na samu dokumentaciju za vozača, za vozilo te za teret. Potrebno je imati sve dozvole kako bi se prijevoz tereta mogao obaviti. Prijevoz je obavljen u onom trenutku kada je teret dovežen sigurno na mjesto odredišta, u stanju u kakvom je i zaprimljen. Pri samom procesu prijevoza potrebno je naglasiti kako sam prijevoz mora biti obavljen na što efikasniji i na što brži način, odnosno uz što manje financijske izdatke.

Kako bi se sam prijevoz obavio na ispravan način potrebno je osigurati sve elemente koji su za njega potrebni, a najprije to su vozila. Skup vozila jednog poduzeća čini vozni park. Ukoliko je vozni park pouzdan on će biti uspješan, odnosno njegova vozila neće biti sklona kvarenju s obzirom da će zadovoljavati sve potrebne uvjete rada.

7. LITERATURA

1. https://www.motorna-vozila.com/vozni-park-i-rad-voznog-parka/ (25.05.2017.)
2. Protega, V.: *Tehnologija cestovnog prometa,* Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2010.
3. Topenčarević, Lj.: Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
4. Kuharić M.: Optimiranje upravljanja voznim parkom, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015. (Diplomski rad)
5. 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 (1.09.2017.)
6. Zelenika, R. : Vrijeme rada i odmora; autorizirana predavanja iz kolegija Organizacija prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, 2014.
7. Protega, V: *Osnove tehnologije prometa,* nastavna cjelina: Tehnologija cestovnog prometa, nastavni materijal za predavanje, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2009.
8. https://www.scribd.com/doc/13402290/Eksploatacija-i-odrzavanje-vozila-predavanja
9. Županović, I.: Tehnologija cestovnog prijevoza, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2002.
10. Lisjak, D.: Pouzdanost tehničkih sustava, Zagreb, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Ver. 23.03.11.
11. http://images.vansandtrucks.co.uk/fordtransit.jpg (1.09.2017.)
12. https://www.scribd.com/doc/13402290/Eksploatacija-i-odrzavanje-vozila-predavanja
13. Mavrin, I.; Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnh znanosti, Zagreb (nastavni materijali) http://estudent.fpz.hr/Predmeti/T/Tehnicka_logistika/Materijali/Materijali_za_ucenje_-_2.pdf
14. Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, Narodne novine br. 51/10, Zagreb, 2010.
15. Zakon o cestama, Narodne novine br. 84/11, Zagreb, 2011.

16. Županović, I.; Ribarić, B.: Organizacija i praćenje učinka cestovnih prijevoznih sredstava, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1993.
17. Bazijanac, E.; Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2007.

POPIS SLIKA

Slika 1: Vrijeme rada i odmora [6] 12
Slika 2: Načini održavanja prijevoznih sredstava [9] 13
Slika 3: Dijagram "Kada" [10] 19
Slika 4: Vozila tvtke HN first auto j.d.o.o., [11] 20

POPIS TABLICA

Tablica 1:Vrste cestovnog prometa 6
Tablica 2: Broj otkaza vozila po intervalima od 400 sati rada od 2013. do 2016. godine 22
Tablica 3: Izračunati intenzitet, gustoća i pouzdanost u zadanim intervalima 25
Tablica 4: Podaci o vremenima provedenim u radu i izvan uporabe 27

POPIS GRAFOVA

Graf 1: Intenzitet otkaza vozila po intervalima od 2013. do 2014. godine 26
Graf 2: Pouzdanost voznog parka po intervalima od 2013. do 2014. godine 26
Graf 3: Raspoloživi i neraspoloživi sati voznog parka 27
Graf 4: Raspoloživost voznog parka od 2013. do 2014. godine 28