

# Analiza pouzdanosti gospodarskog vozila

---

Ivezić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:119:895524>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Ivezić

**Analiza pouzdanosti gospodarskog vozila**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2021.

Sveučilište u zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**Analiza pouzdanosti gospodarskog vozila**

**Commercial Vehicle Reliability Analysis**

Mentor: doc. dr. sc. Damir Budimir

Student: Ivan Ivezić, 0135237055

Zagreb, 2021.

## **SAŽETAK:**

Ovaj rad opisuje što je to gospodarsko vozilo, kako se odabire sama eksploatacija gospodarskog vozila te analizira pouzdanost specifičnih vozila odnosno tegljača za prijevoz vozila tvrtke Auto centar Horvat d.o.o.

Objašnjeni su pojmovi eksploatacije gospodarskog vozila, pouzdanosti, nepouzdanosti, gustoće i intenziteta otkaza. Nabrojani su dijelovi tegljača koji podliježu otkazima odnosno kvarovima te kako su dobiveni podaci. Izračunata je pouzdanost, nepouzdanost, gustoća otkaza, intenzitet otkaza te srednje vrijeme između otkaza od dobivenih podataka tvrtke. Svi podaci su priloženi putem tablica i grafova.

Preko tablica, grafova i izračuna napravljena je analiza dobivenih podataka te je objašnjeno kako se odabire adekvatno održavanje sustava odnosno tegljača i što tvrtka mora uraditi kako bi ostala i dalje konkurentna na tržištu.

**Ključne riječi:** pouzdanost, nepouzdanost, gustoća otkaza, intenzitet otkaza, eksploatacija gospodarskog vozila.

## **Summary:**

This paper describes what a commercial vehicle is, how the exploitation of a commercial vehicle is selected and analyzes the reliability of specific vehicles respectively tow truck for transporting vehicles of the company Auto centar Horvat d.o.o.

The concepts of commercial vehicle exploitation, reliability, unreliability, density and intensity failure rate are explained. The parts of the tow truck that are subject to failures or breakdowns are listed, and how this information was obtained. Reliability, unreliability, failure density, failure intensity and mean time between failures were calculated from the obtained company data. All data are attached via tables and graphs.

Through tables, graphs and calculations, an analysis of the obtained data was made and it was explained how to select adequate maintenance of the system respectively tow truck and what the company must do to remain competitive in the market.

**Key words:** reliability, unreliability, density failure rate, intensity failure rate, exploitation of a commercial vehicle.

## Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	UTJECAJNI ČIMBENICI NA EKSPLOATACIJU GOSPODARSKOG VOZILA.....	3
2.1.	SPECIFIČNA SNAGA VOZILA .....	4
2.2.	KOMPAKTNOST VOZILA .....	4
2.3.	ODNOS VLASTITE MASE I KORISNE NOSIVOSTI VOZILA .....	4
2.4.	NAZIVNA NOSIVOST VOZILA.....	4
2.5.	SPECIFIČNA VOLUMENSKA NOSIVOST .....	5
2.6.	SPECIFIČNA POVRŠINSKA NOSIVOST VOZILA .....	5
2.7.	ISKORIŠTENJE GABARITNE POVRŠINE VOZILA .....	5
2.8.	KOEFICIJENT ISKORIŠTENJA TRANSPORTNOG VOLUMENA .....	6
2.9.	DEFINIRANJE CESTOVNOG MOTORNOG GOSPODARSKOG VOZILA .....	6
2.9.1.	PODJELA CESTOVNIH MOTORNIH GOSPODARSKIH VOZILA PREMA NOSIVOSTI.....	7
2.9.2.	PODJELA CESTOVNIH MOTORNIH GOSPODARSKIH VOZILA PREMA VRSTI NADGRADNJE .....	8
2.9.3.	CESTOVNA TERETNA PRIKLJUČNA VOZILA .....	10
2.9.4.	POREZNI ASPEKT GOSPODARSKIH VOZILA .....	11
3.	VEZA IZMEĐU ODRŽAVANJA I POUZDANOSTI .....	14
3.1.	DEFINIRANJE POUZDANOSTI .....	14
3.2.	POJAM OTKAZA .....	16
3.3.	VRSTE OTKAZA .....	18
3.4.	FUNKCIJA POUZDANOSTI INTENZITETA OTKAZA I GUSTOĆA OTKAZA .....	19
3.5.	DEFINIRANJE ODRŽAVANJA .....	22
3.5.1.	KOREKTIVNO ODRŽAVANJE .....	22
3.5.2.	PREVENTIVNO ODRŽAVANJE .....	23
3.5.3.	ODRŽAVANJE PREMA STANJU .....	24
4.	SISTEMATIZACIJA PODATAKA O KVAROVIMA NA VOZILU PRIMJENOM PRORAČUNSKIH TABLICA .....	25
4.1.	KAKO I KOJI SU DOBIVENI PODACI ZA SISTEMATIZACIJU .....	25
4.2.	BROJ I UČESTALOST KVAROVA .....	26
4.3.	GRAFOVI POKAZATELJA POUZDANOSTI .....	27
5.	IZRAČUN FUNKCIJA POUZDANOSTI NA TEMELJU PODATAKA IZ EKSPLOATACIJE.....	31
5.1.	DEFINIRANJE SREDNJEG VREMENA IZMEĐU OTKAZA .....	35
5.2.	SREDNJE VRIJEME IZMEĐU OTKAZA TEGLJAČA .....	35
6.	ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA .....	38

7. ZAKLJUČAK.....	42
Literatura.....	43
Popis slika .....	44
Popis tablica .....	44
Popis grafova.....	44

# 1. UVOD

Gospodarsko vozilo je svaka vrsta vozila koja se koristi za prijevoz robe ili naplaćuje za prijevoz putnika. Fokus završnog rada bit će tegljač za prijevoz vozila odnosno tegljač autotransporter. Pri izradi rada korišteni su izvori podataka dobivenih iz raspoložive stručne literature, interneta, istraživanjem te računanjem podataka koje je omogućila tvrtka Auto centar Horvat d.o.o. Svrha rada je izračunati pouzdanost, nepouzdanost, gustoću i intenzitet otkaza te na kraju srednje vrijeme između otkaza. Dobiveni rezultati bit će prikazani preko tablica te grafova. Pojasnit će se kako i u kojoj količini posluje tvrtka Auto centar Horvat d.o.o. Rad se sastoji od sedam poglavlja, u kojima su obrađeni pojmovi pouzdanosti i svih njezinih funkcija, rada tvrtke Auto centar Horvat d.o.o. i izračun te analiza dobivenih podataka.

U prvom poglavlju daje se pregled, predmet istraživanja, nabava podataka, svrha, cilj i struktura završnog rada.

U drugom poglavlju navedena i objašnjena je eksploatacija gospodarskog vozila ovisno o poslovanju i zahtjevima. Kako se adekvatno odabire vozilo preko navedenih formula što prikazuju različite zahtjeve koje vozilo treba ispuniti prilikom eksploatacije.

U trećem poglavlju pojašnjene su i nabrojane veze između održavanja i pouzdanosti sustava. Kako su međusobno povezane i što utječe na povećanje pouzdanosti.

U četvrtom poglavlju sistematizirani su podaci dobiveni od tvrtke Auto centar Horvat d.o.o. putem tablica.

U petom poglavlju prikazan je izračun pouzdanosti, nepouzdanosti, gustoće i intenziteta otkaza i srednjeg vremena između otkaza. Dobiveni rezultati su prikazani putem grafova.

U šestom poglavlju je analizirano što je dobiveno preko izračuna i grafova. Navedeno je što prikazuje srednje vrijeme između otkaza i koji se dijelovi najčešće kvare i troše te se odabire adekvatno održavanje.



U sedmom poglavlju daje se zaključno razmatranje rada te je navedena literatura korištena u radu, popisi priloženih slika, tablica i grafova dobivenih izračunom od strane tvrtke obrađene u završnom radu.

## **2. UTJECAJNI ČIMBENICI NA EKSPLOATACIJU GOSPODARSKOG VOZILA**

Postoje različiti čimbenici koji određuju koje i kakvo vozilo će se koristiti u eksploataciji. Prvenstveni čimbenik je hoće li se prijevoz biti kopneni, vodni ili zračni. Gospodarska vozila namijenjena za prijevoz robe moraju ispunjavati određene kriterije kako bi eksploatacija bila optimalna. Glavna značajka kod odabira cestovnog gospodarskog vozila za prijevoz robe je zapravo koju količinu robe treba prevesti te time se odabire veličina vozila odnosno koju nosivost vozilo može prevesti.

Ostale značajke eksploatacije za odabir optimalnog cestovnog gospodarskog vozila su:

1. specifična snaga vozila
2. kompaktnost vozila
3. odnos vlastite mase i korisne nosivosti vozila
4. nazivna nosivost vozila
5. specifična volumenska nosivost
6. specifična površinska nosivost transportnog sredstva
7. iskorištenje gabaritne površine vozila
8. koeficijent iskorištenja transportnog volumena.

Jedan od osnovnih zadataka eksploatacije motornih vozila jest njegovo održavanje u tehnički ispravnom stanju. Na njegovo stanje utječu slijedeći čimbenici:

1. Klimatski i putni čimbenici
2. Opterećenost i brzina kretanja
3. Kvaliteta goriva i maziva
4. Kvaliteta održavanja i remonta
5. Kvaliteta konstrukcije i izrade vozila
6. Način rukovanja, odnosno nacionalno tehničko upravljanje vozilom.

## 2.1. SPECIFIČNA SNAGA VOZILA

Specifična snaga vozila ( $N_s$ ) predstavlja omjer efektivne snage motora ( $N_e$ ) i bruto mase vozila ( $Q_b$ ). Računa se prema sljedećoj formuli:

$$N_s = \frac{N_e}{Q_b} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{t}} \right]. \quad (1)$$

## 2.2. KOMPAKTNOST VOZILA

Pod kompaktnošću prijevoznih sredstava podrazumijeva se koeficijent  $\eta_k$  koji se dobije dijeljenjem nazivne nosivosti ( $q_n$ ) s površinom teretnog prijevoznog sredstva (vanjski gabariti). Formula za izračun kompaktnosti transportnih sredstava je:

$$\eta_k = \frac{q_n}{(L \cdot B)} \left[ \frac{\text{t}}{\text{m}^2} \right]. \quad (2)$$

## 2.3. ODNOS VLASTITE MASE I KORISNE NOSIVOSTI VOZILA

Iskorištenje mase prijevoznog sredstva mjeri se koeficijentom koji se dobije dijeljenjem vlastite mase vozila ( $M_{Gv}$ ) s nazivnom nosivošću ( $q_n$ ). Formula za izračun je:

$$\eta_M = \frac{M_{Gv}}{q_n} \quad (3)$$

## 2.4. NAZIVNA NOSIVOST VOZILA

Nazivna nosivost (odnosno nazivni kapacitet ukoliko se radi o teretnim vozilima koja su namijenjena prijevozu putnika) je maksimalna količina tereta (u tonama ili broju putnika) koju je prijevozno sredstvo u mogućnosti prevesti s obzirom na svoje tehničke značajke. To je osnovni podatak o nekom teretnom prijevoznom sredstvu, a prije svega je uvjetovan konstrukcijskim značajkama tog vozila.

## 2.5. SPECIFIČNA VOLUMENSKA NOSIVOST

Specifična volumenska nosivost je količnik koji se dobije dijeljenjem korisne nosivosti ( $q_n$ ) i volumena prostora namijenjenoga prijevozu tereta. Formula za izračun specifične volumenske nosivosti je:

$$MQ_v = \frac{q_n}{l \cdot b \cdot h} \quad (4)$$

$l$  – duljina prostora koji je namijenjen smještaju tereta

$b$  – širina prostora koji je namijenjen smještaju tereta

$h$  – visina prostora koji je namijenjen smještaju tereta

Ukoliko se radi prijevoz rasutog tereta gdje je moguće ispadanje tereta iz sanduka, nemoguće je računati s teorijskim volumenom. U tom slučaju se specifična volumenska nosivost računa sa smanjenim volumenom gdje je osigurano zadrtavanje tereta u sanduku (ne računa se sa  $h$  nego sa  $h - x$  gdje je  $x$  zaštitna visina).

## 2.6. SPECIFIČNA POVRŠINSKA NOSIVOST VOZILA

Spoznaje se dijeljenjem korisne nosivosti i korisne površine sanduka – prostora za smještaj tereta. Formula za izračun je:

$$Mq = \frac{q_n}{l \cdot b} \quad (5)$$

## 2.7. ISKORIŠTENJE GABARITNE POVRŠINE VOZILA

Iskorištenje gabaritne površine vozila mjerimo koeficijentom iskorištenja gabaritne površine koji se dobije dijeljenjem korisne površine namijenjene smještaju predmeta prijevoza s gabaritnom površinom vozila. Formula za izračun je:

$$\eta_p = \frac{l \cdot b}{L \cdot B} \quad (6)$$

$l$  – duljina prostora koji je namijenjen smještaju tereta

b – širina prostora koji je namijenjen smještaju predmeta prijevoza

L – duljina vozila (vanjski gabariti)

B – širina vozila (vanjski gabariti).

## 2.8. KOEFICIJENT ISKORIŠTENJA TRANSPORTNOG VOLUMENA

Koeficijent iskorištenja transportnog volumena se dobije dijeljenjem iskorištenog volumena natovarenog prijevoznog sredstva sa nazivnom nosivošću. Formula za izračun je:

$$\gamma_V = \frac{V \cdot \eta_V \cdot \rho}{q_n} \quad (7)$$

V – volumen prostora koji je namijenjen smještaju tereta

$\eta_V$  – koeficijent iskorištenja volumena prostora koji je namijenjen smještaju tereta

$\rho$  – zapreminska masa tereta

$q_n$  – nazivna nosivost prijevoznog tereta.<sup>1</sup>

## 2.9. DEFINIRANJE CESTOVNOG MOTORNOG GOSPODARSKOG VOZILA

Cestovno gospodarsko vozilo je gospodarsko vozilo kao što je u uvodu navedeno samo što je razlika da se prijevoz vrši isključivo na cesti. Europska unija definira gospodarsko motorno vozilo kao svako motorno cestovno vozilo koje je prema svojoj vrsti konstrukcije i opreme dizajnirano i sposobno za prijevoz (bez obzira na plaćanje ili ne) više od devet osoba, uključujući i vozača, robe te standardnih spremnika goriva. Spremnici moraju biti trajno fiksirani od strane proizvođača na sva motorna vozila iste vrste te moraju imati adekvatnu opremu. Spremnici za gorivo ugrađeni u motorna vozila za izravno korištenje dizela kao goriva smatraju se standardnim spremnicima za gorivo.

Cestovna teretna motorna vozila su motorna vozila s više tragova konstrukcijski namijenjena za prijevoz tereta. Mogu biti različitih kategorija ovisno o nosivosti.

---

<sup>1</sup> Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.

Konstruktivski se razlikuju: teretni tricikl, teretni automobil (kamion), teretni automobil polugusjeničar te teretni automobil gusjeničar.

### **2.9.1. PODJELA CESTOVNIH MOTORNIH GOSPODARSKIH VOZILA PREMA NOSIVOSTI**

Opća podjela teretnih automobila prema ukupnoj masi (N kategorija):

1. Motorna vozila za prijevoz tereta s najmanje četiri kotača do 1000 kg
2. Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase do 3500 kg – N1
3. Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase od 3500 kg do 12000 kg – N2
4. Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 12000 kg – N3.

U N1 skupini odnosno skupini malih teretnih automobila najveće dopuštene mase do 3500 kg spadaju kombi vozila, kamioneti te manja dostavna vozila, koja se po tehničkim značajkama neznatno razlikuju od osobnih automobila M kategorije.



Slika 1 Malo dostavno vozilo

Izvor: <https://3d-car-shows.com/renault-kangoo-express/>



Slika 2 Kombi vozilo

Izvor: <https://www.swanswaygarages.com/volkswagen-commercial/new-vans/transporter-panel/>



Slika 3 Kamionet

Izvor: <https://www.mccarrollsvolkswagen.com.au/new-vehicles/transporter-6.1-cab-chassis/>

## **2.9.2. PODJELA CESTOVNIH MOTORNIH GOSPODARSKIH VOZILA PREMA VRSTI NADGRADNJE**

Najizraženije razlike u konstrukcijskim značajkama teretnih vozila ovih kategorija proizlaze iz oblika smještenog prostora. Oblici nadgradnje su dizajnirani prema obilježjima tereta, odnosno sukladno potrebama operativnih radnji tijekom procesa ukrcaja-iskrcaja tereta. Među uobičajene inačice konstrukcijskih izvedbi nadgradnji za smještaj tereta spadaju:

- otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama
- otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama i hidrauličkim nagibnim mehanizmom, tzv. kiper (njem.: Kipper, gl. kippen – nagnuti, prevrtati), za jednostavniji iskrcaj tereta
- teretni sanduk s bočnim stranicama i ceradom
- zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim (i/ili bočnim) vratima, tzv. furgon (franc.: fourgon – zatvorena teretna kola, vagon za prtljagu)
- zatvoreni, toplinski izolirani teretni sanduk sa stražnjim i bočnim vratima te uređajem za hlađenje, tzv. hladnjača za prijevoz temperaturno osjetljivog tereta

- zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz tekućih tereta u rinfuzi s gornjim otvorom za punjenje i bočnim ili donjim ispustom za pražnjenje, tzv. cisterna (lat.: cisterna – nakapnica, nekad spremnik za kišnicu, pitku vodu)
- zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz praškastih, zrnatih ili granuliranih tereta u rinfuzi s gornjim gravitacijskim otvorom za punjenje i donjim ispustom za gravitacijsko, odnosno kompresorsko pražnjenje, tzv. silo (španj.: silo – objekt za čuvanje žita)



Slika 4 Dvoosovinski tegljač s tzv. cisternom

Izvor: <https://commons.wikimedia.org>

Pored navedenih izvedbi postoji čitavi niz tipova nadgradnji predviđenih za posebnu namjenu, kao što su:

- damper vozila za prijevoz kamenih blokova u kamenolomu, odnosno rudniku
- automješalica za prijevoz betona
- vozilo za prijevoz automobila
- nadgradnje prilagođene za prijevoz stakla, pića, komunalnog otpada, živih životinja i dr.

Treba spomenuti i teretna motorna vozila čije podvozje umjesto nadgradnje ima samo platformu za prihvat izmjenjivih teretnih sanduka različitih oblika te kontejnera.





Slika 5 Tegljač s poluprikolicom za prijevoz vozila

Izvor: <https://ac-horvat.hr/galerija>

### **2.9.3. CESTOVNA TERETNA PRIKLJUČNA VOZILA**

Priključna vozila nemaju vlastiti pogonski motor već su konstrukcijski izvedena tako da se mogu priključiti vučnim vozilima. Priključna vozila dijele se na:

- prikolice
- poluprikolice.

Prikolica je vučeno priključno vozilo koje je predviđeno da bude priključeno vučnom motornom vozilu. Ima jednu ili više osovina sa kotačima koje mogu biti neupravljive, upravljive i samoupravljive, dok kotači na osovini mogu biti jednostruki i dvostruki. Kod prikolica za prijevoz tereta, prostor za ukrcaj tereta je u obliku sanduka sa jednom ili više bočnih stranica koje se otvaraju i na taj način omogućavaju istovar i utovar tereta. Nosivost ovih prikolica se kreće od tri do 50 tona.

Poluprikolica je priključno vozilo konstruirano tako da se svojim prednjim dijelom oslanja na sedlo vučnog vozila (tegljača), a stražnjim dijelom se preko kotača jedne ili više osovina oslanja direktno na podlogu.



Slika 6 Poluprikolica za prijevoz automobila

Izvor: <https://ac-horvat.hr/galerija>

Osim podjela prikolica i poluprikolica prema vrsti nadgradnje, te broja i smještaja osovinama, postoji i podjela priključnih vozila prema nosivosti:

1. Kategorija O1: prikolice s jednom osovinom, osim poluprikolica čija najveća dopuštena masa nije veća od 750 kg
2. Kategorija O2: prikolice čija je najveća dopuštena masa manja od 3500 kg osim prikolica kategorije O1
3. Kategorija O3: prikolice čija je najveća dopuštena masa od 3500 kg do 10000 kg
4. Kategorija O4: prikolice čija je najveća dopuštena masa veća od 10000 kg.<sup>2</sup>

#### **2.9.4. POREZNI ASPEKT GOSPODARSKIH VOZILA**

Kod razmatranja poreznog tretmana vozila potrebno je razlučiti gospodarska vozila od osobnih automobila. Nabava gospodarskih vozila oporeziva je PDV-om. Ako je kupac osoba koja je obveznik poreza na dodanu vrijednost, a nabavlja gospodarsko vozilo za prijevoz robe (teretno vozilo) plaćeni PDV može vratiti (odbiti) kao pretporez u cijelosti. U slučaju nabave osobnih automobila ne može se odbiti pretporez.

Međutim, nabavlja li se osobni automobil za obuku vozača, testiranje vozila, servisnu službu, taksi službu, djelatnost prijevoza putnika i robe, prijevoza umrlih, iznajmljivanja ili za daljnju prodaju može se odbiti pretporez ako se navedena vozila koriste isključivo za

---

<sup>2</sup> Protega, V.; Nastavni materijali, Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

obavljanje registrirane djelatnosti ili su posebno označena i prilagođena za obavljanje te djelatnosti.

Pretporez se može odbiti i u slučaju nabave motornog vozila kategorije N1 koje je razvrstano u tarifnu oznaku 8703 Carinske tarife i nije predmet oporezivanja posebnim porezom na motorna vozila. Ako se nabavljaju vozila tipa “karavan”, “kombi” ili “pick-up” pravo na odbitak pretporeza moguće je samo ako su ta vozila razvrstana u tarifnu oznaku 8704. Budući da razvrstavanje navedenih vozila u određenu tarifnu oznaku osim o karoseriji ovisi i o nizu drugih faktora (međuosovinskom razmaku i duljini tovarnog prostora mjerenoj na podu sa zatvorenom stražnjom stranicom), kod nabave vozila svakako se treba posavjetovati s trgovcem ili u slučaju nabave vozila iz inozemstva obratiti se nadležnom uredu Carinske uprave. Nadalje, hoće li kupac gospodarskog vozila morati platiti PDV te na koji način ostvaruje pravo na pretporez ovisi i nabavlja li vozilo u tuzemstvu ili inozemstvu, kao i nabavlja li novo ili rabljeno vozilo.

Za novo gospodarsko vozilo koje se kupuje od trgovca u tuzemstvu, trgovac će izdati račun na kojem će obračunati PDV po stopi 25%. Za kupljeno teretno vozilo ili osobno vozilo za obavljanje neke od prethodno navedenih djelatnosti poduzetnik u sustavu PDV-a ima pravo odbiti PDV. Isto ostvaruje kroz PDV obrazac koji podnosi za razdoblje (mjesec) u kojem je nabavio vozilo, tako da obvezu PDV-a temeljem izdanih računa umanjuje za pretporez po računu za vozilo. Ako se nabavlja rabljeno gospodarsko vozilo od trgovca koji primjenjuje posebni postupak oporezivanja marže, nema odbitka pretporeza.

U slučaju nabave gospodarskog vozila iz druge države članice, poduzetnik je dužan obračunati PDV na stjecanje vozila i iskazati ga u obrascu PDV i PDV-S obrascu za razdoblje u kojem je vozilo nabavljeno te isti platiti do zadnjeg dana sljedećeg mjeseca. Nabavlja li poduzetnik – obveznik PDV-a teretno vozilo ili osobno vozilo za obavljanje registrirane djelatnosti za koje ima pravo odbiti pretporez, u PDV obrascu koji podnosi za razdoblje u kojem je obavljeno stjecanje vozila iskazat će i pravo na pretporez. U tom slučaju PDV će biti obračunska kategorija, tj. poduzetnik koji nabavlja vozilo neće morati platiti PDV.

Uvoz motornog vozila iz treće zemlje (zemlje koja nije članica EU) podliježe plaćanju PDV-a pri carinjenju. PDV plaćen pri uvozu vozila za prijevoz robe, poduzetnik – obveznik PDV-a može vratiti, tj. koristiti kao pretporez.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <https://jatrgovac.com/gospodarska-vozila-porezni-aspekt-od-gospodarskih-do-sluzbenih-osobnih-vozila/>

POSEBNA UPRAVA PODRUČNI URED (1)	
ISPOSTAVA (2)	

OBRAZAC PDV-S

PDV identifikacijski broj (3)	HR	
Porezni obveznik (naziv/me i prezime) (4)		
Adresa (mjesto, ulica i broj) (5)		
PDV identifikacijski broj poreznog zastupnika (6)	HR	

Prijava za stjecanje dobara i primijene usluge iz drugih država članica Europske unije  
Za mjesec \_\_\_\_\_ godina \_\_\_\_\_  
(7)

Red. br. (8)	Kód države isporučitelja (9)	PDV identifikacijski broj isporučitelja (bez kóda države) (10)	Vrijednost stečenih dobara (u kunama i lipama) (11)	Vrijednost primijenih usluga (u kunama i lipama) (12)
Ukupna vrijednost			(13)	(14)

Potvrđujem istinitost navedenih podataka.	
Obračun sastavo (ime i prezime) (15)	

Potpis (16)	
Broj telefona/fax/e-mail (17)	

Slika 7 PDV-S obrazac

Izvor: <https://jatrgovac.com/gospodarska-vozila-porezni-aspekt-od-gospodarskih-do-sluzbenih-osobnih-vozila>

### **3. VEZA IZMEĐU ODRŽAVANJA I POUZDANOSTI**

Promatrajući mehaničke, električke i računalne sustave oko sebe, primjećujemo da oni izvršavaju određenu funkciju kroz određeno vremensko razdoblje. Nerijetko se i uvjerimo da se sustavi kvare, odnosno ne izvršavaju funkciju ili je ne izvršavaju na zadovoljavajući način. Na primjer, na monitoru nema slike, automobil se ne pokrene, helikopter ne može zadržati visinu... Intuitivno je jasno da će svi takvi sustavi prije ili poslije pretrpjeti kvar, bilo neki neočekivani, bilo očekivani, zbog trošenja dijelova sustava. Održavanje je skup akcija s ciljem da se sustav zadrži, ili vrati, u stanje u kojem izvršava zadanu funkciju.

Uz održavanje veže se i pojam dijagnostike. Dijagnostika je zaključivanje o mogućim greškama na temelju promatranja.

Posljedice promjene kvalitete svakog proizvoda izazivaju smanjenje funkcija i traži određene postupke za izbjegavanja otkaza i velikih gubitaka. Pouzdanost je znanstvena disciplina koja se bavi sprječavanjem ogromnih materijalnih gubitaka i usporavanje tehnološkog napretka u mnogim okolnostima i granicama tehnike. Poznavanjem pouzdanosti i ovladavanjem znanja iz ove znanstvene discipline, otkrit će se koliko ima efikasnih metoda čija se primjena osigurava najekonomičnije trošenje materija, vremena i novca uz postizanje najvećih efekata. Kod nabave nekog pomagala, skupe naprave, prvo se pitamo koliko se taj uređaj kvari, koliko može raditi bez popravka, koliko je taj uređaj pouzdan.<sup>4</sup>

#### **3.1. DEFINIRANJE POUZDANOSTI**

Pouzdanost je vjerojatnost na određenom nivou povjerenja da će sustav uspješno obaviti zahtijevanu funkciju za koju je namijenjen, bez otkaza i unutar granica dozvoljenih odstupanja u projektnom ili zadanom vremenu trajanja i zadanim uvjetima okoline tj. kada se koristi na propisani način i pod specificiranim nivoima opterećenja.

Pouzdanost u svojoj definiciji ima četiri osnovna elementa:

1. nivo povjerenja
2. zahtijevana funkcija, funkcija namjene
3. zadani uvjeti
4. tijek zadanog perioda vremena

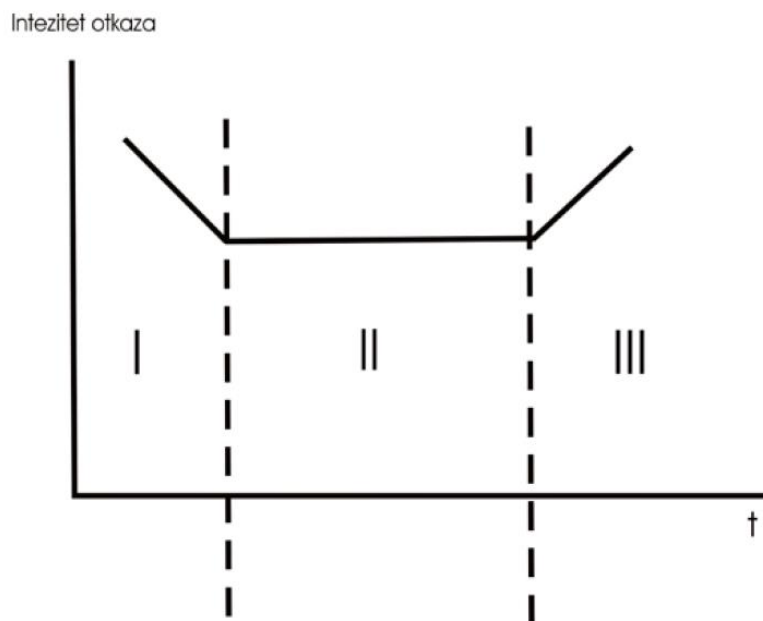
---

<sup>4</sup> Bazijanac, E.; Nastavni materijali; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.

Nivo povjerenja je vjerojatnost da je neki parametar u granicama dozvoljenih odstupanja, u nekom intervalu. Pojam nivo povjerenja se uvodi zbog odstupanja procjene pouzdanosti od stvarne vrijednosti. Ako se kaže da je pouzdanost nekog sustava 0,9 na nivou povjerenja 95% što znači da postoji rizik od 5%.

Zahtijevana funkcija je namjenska funkcija koja u sebi uključuje ne samo vrijeme rada već i definiciju otkaza. Otkazi mogu biti:

- katastrofalni (kada sustav iznenada otkáže)
- povremeni (koji se javljaju s vremena na vrijeme i nestanu)
- promjenjivi (kada sustav radi u intervalima ispod i iznad dozvoljenih granica)



Slika 8 Krivulja života

Izvor: Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013., Str. 47.

Prvi period je period tzv. „dječjih bolesti” on može biti uzrok zbog grešaka u proizvodnji, propusta kontrole, oštećenja u transportu i slično. Ovi otkazi mogu se smanjiti i gotovo izbjeći ako se poslije proizvodnje obavi jedno prethodno puštanje u rad.

Drugi period je period „konstantnog” intenziteta otkaza. U tom periodu otkazi su slučajni. Obično se opisuju eksponencijalnom distribucijom.

Treći period je period „istrošenja” . U tom periodu dolazi do otkaza uslijed starosti sustava. Preventivne intervencije su najdjelotvornije, ali zato zahtijeva dobro poznavanje ovog perioda.

Zadano vrijeme trajanja je suprotno proporcionalno pouzdanosti. To je vremenski period za koji se želi zahtijevani rad. Ako je to vrijeme kraće tada se zadržava veća pouzdanost.

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

Pouzdanost nekog sustava ne ovisi samo od nivoa ostvarene veze svakog sastavnog elementa već i od načina međusobnog povezivanja. U nekim slučajevima sustav koji čini određenu funkcijsku cjelinu može se sastojati od dva ili više elemenata u određenom rasporedu. Određeni skup elemenata može označavati novi složeniji skup (pod sklop, sklop itd.), opet neki element koji je sastavni dio sustava. Znači element nekad može biti najjednostavnija komponenta, a nekada složeni skup.

Određivanje pouzdanosti sustava i pouzdanosti sastavnih dijelova (elemenata) može se u jednako nepromjenjivom vremenskom intervalu ili u zavisnosti s vremenom. Prvi slučaj odnosi se na razmatranja kada se mijenja vremenski interval, a pouzdanost sustava je konstanta. To su nezavisni sustavi. Drugi slučaj kada je pouzdanost sustava promjenjiva s vremenom su vremenski zavisni sustavi. Kod ovih sustava potrebno je odrediti vezu između pouzdanosti i vremena.

Pouzdanost sustava zavisiti će i od načina međusobnog povezivanja elemenata. Promjenom sheme međusobne povezanosti elemenata mijenjati će se i pouzdanost sustava iako su pouzdanosti elemenata ostale iste.<sup>5</sup>

### **3.2. POJAM OTKAZA**

U tijeku eksploatacije za vrijeme korištenja sredstva uočljiva se dva stanja sredstva.

---

<sup>5</sup> Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013.

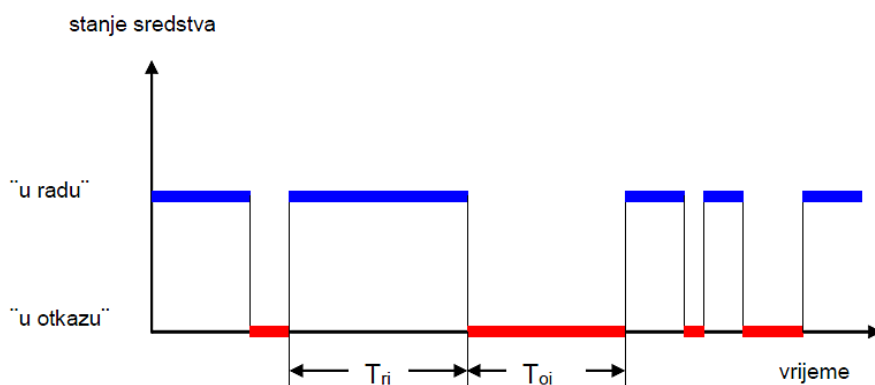
To su stanja: "u radu" i "u otkazu". Za vrijeme stanja "u otkazu" tehnička služba osposobljava, odnosno popravlja sredstvo da bi se ponovo vratilo u stanje "u radu". To vrijedi za tzv. popravljiva sredstva, a čitav proces se slikovito može pokazati na sljedeći način. U analiziranom razdoblju eksploatacije izmjenjuju se vremena korištenja sredstva  $T_{ri}$  i vremena  $T_{oi}$  za vrijeme kojih se sredstvo popravlja.

Na temelju toga možemo definirati srednje vrijeme između otkaza (Mean Time Between Failure - MTBF).

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ri}}{n} \quad (8)$$

$T_{ri}$  - trajanje i-tog razdoblja ispravnog rada,

$n$  - ukupan broj analiziranih razdoblja rada i otkaza.



Slika 9 Stanja sredstva

Izvor: Bazijanac, E.; Nastavni materijali; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.

Postoje i tzv. nepopravljiva sredstva. Nakon otkaza, ona se više ne popravljaju. Za takva sredstva se definira srednje vrijeme do otkaza (Mean Time To Failure – MTTF). Ta se vrijednost statistički može dobiti na sljedeći način:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ri}}{n} \quad (9)$$

$n$  – broj sredstava koje se promatra,

$T_{ri}$  – vrijeme rada do otkaza i-tog sredstva.



Za popravak sredstva se također troši vrijeme koje je različito, jer zavisi od vrste otkaza. Možemo definirati srednje vrijeme popravke (Mean Time To Repair – MTTR):

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n T_{oi}}{n} \quad (10)$$

$T_{oi}$  – trajanje i-te popravke,

$n$  – ukupan broj analiziranih razdoblja rada i otkaza.

MTBF i MTTF govore o pouzdanosti sredstva, jer je očigledno: ako MTBF i MTTF imaju veće vrijednosti, to će biti manje otkaza u određenom vremenskom razdoblju, odnosno kažemo da su sredstva pouzdanija. MTTR govori o pogodnosti za održavanje, jer je očigledno: što je manje MTTR, sredstvo se manje vremena zadržava u radionici, pa se može reći da je pogodnije za održavanje.

### 3.3. VRSTE OTKAZA

Otkaz predstavlja događaj poslije kojega sredstvo ne može izvršavati svoju funkciju, odnosno poslije kojega ne može na propisan način izvršavati svoju funkciju. To znači da otkaz ne mora značiti potpuni kvar, koji onemogućava rad sredstva, već i svaki događaj koji dovodi do nepropisnog, odnosno nekvalitetnog ili nesigurnog rada, izvan nekih postavljenih ili propisanih granica.

Osnovna podjela otkaza je moguća na temelju:

- uzroka pojave,
- brzine nastajanja,
- stupnja narušavanja funkcije i
- brzine nastajanja, stupnja narušavanja funkcije, intenziteta i vrijeme pojave otkaza.

Uzroci nastajanja otkaza mogu biti:

- ugrađene greške,
- pogrešna upotreba,
- zamor, starenje ili trošenje,
- primarni i
- sekundarni.

Prema brzini nastajanja otkazi mogu biti:

- iznenadni i
- postupni.

Prema stupnju narušavanja funkcije otkazi mogu biti:

- potpuni i
- djelomični.

Prema brzini nastajanja, stupnju narušavanja funkcije, intenzitetu i trenutku pojave otkaza, oni mogu biti:

- katastrofalni,
- degradacijski,
- rani,
- slučajni i
- kasni.

Iz prakse je poznato da svi elementi ili uređaji sredstva nisu potpuno ispravni ili nisu ispunjeni svi potrebni tehnički uvjeti, ali da to sredstvo može djelomično izvršavati postavljene zadaće. Zbog toga se definira i pojam neispravnosti koja može biti tehnička ili funkcionalna. Kod tehničke neispravnosti sredstvo može izvršavati svoje zadaće prema namjeni, a kod funkcionalne neispravnosti to nije moguće. Otkaz predstavlja funkcionalnu neispravnost.<sup>6</sup>

### **3.4. FUNKCIJA POUZDANOSTI INTENZITETA OTKAZA I GUSTOĆA OTKAZA**

Sama pouzdanost dana u definiciji sa svojim parametrima može se matematički definirati kao vjerojatnost da će vrijeme rada bez otkaza ( $T$ ) biti veće od određenog vremena  $t$ . Tada se može pisati:

$$R(t) = P(T > t) \quad (11)$$

Gdje je  $R(t)$  funkcija pouzdanosti. Pouzdanost je vjerojatnost, znači broj između 0 i 1.

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (12)$$

---

<sup>6</sup> Bazijanac, E.; Nastavni materijali; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.

Gdje je  $F(t)$  funkcija distribucije vjerojatnosti otkaza. Funkcija  $F(t)$  može se nazvati funkcijom nepouzdanosti.

Funkcija gustoće otkaza  $f(t)$  je gustoća vjerojatnosti bez otkaznog rada sustava do prvog otkaza.

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (13)$$

Uvrštavanjem izraza,  $F(t) = 1 - R(t)$  u formulu funkcije gustoće otkaza dobije se:

$$f(t) = \frac{dR(t)}{dt} \quad (14)$$

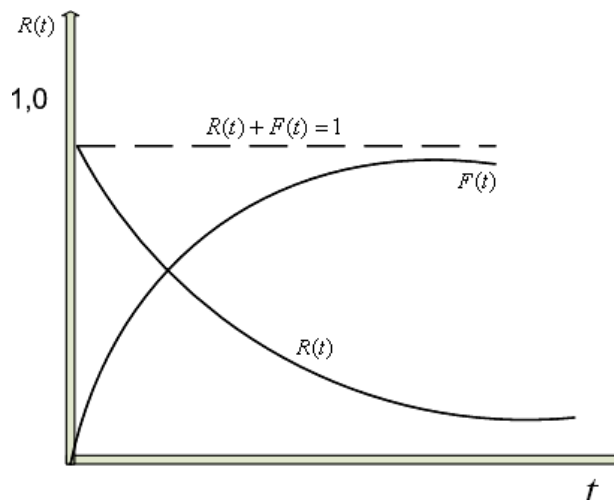
Također je:

$$1 - R(t) = F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (15)$$

Znači ako se zna funkcija gustoće otkaza  $f(t)$  tada se može se odrediti pouzdanost u funkciji od vremena  $t$ .

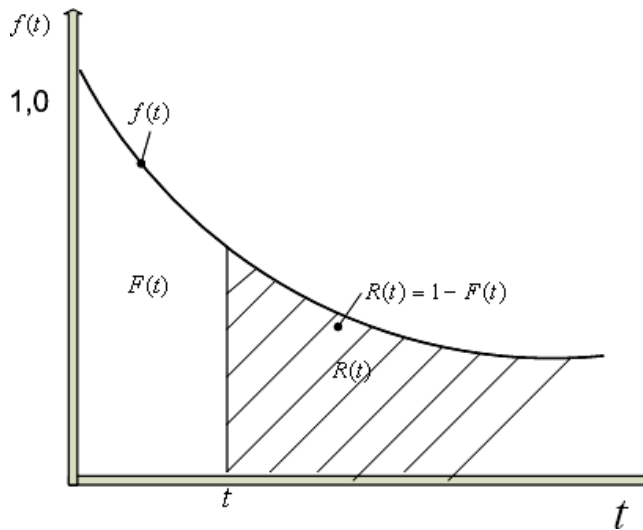
$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt = \int_t^\infty f(t) dt \quad (16)$$

Odnos funkcije pouzdanosti i vjerojatnosti otkaza, a njihov odnos s frekvencijom otkaza (sa eksponencijalnom distribucijom)



Slika 10 Odnos između funkcije pouzdanosti i vjerojatnosti otkaza

Izvor: Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013., Str. 49.



Slika 11 Odnos funkcije pouzdanosti, nepouzdanosti i gustoće otkaza

Izvor: Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013., Str. 50.

Tabela 1 Funkcijske veze između pokazatelja pouzdanosti.

Izvor: Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013., Str. 52.

<i>Funkcija</i>	<b>R(t)</b>	<b>F(t)</b>	<b>f(t)</b>	<b>λ(t)</b>
<b>R(t)</b>	-	1-R(t)	$-\frac{dR(t)}{dt}$	$-\frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR(t)}{dt}$
<b>F(t)</b>	1-F(t)	-	$\frac{dF(t)}{dt}$	$\frac{1}{1-F(t)} \cdot \frac{dF(t)}{dt}$
<b>f(t)</b>	$\int_t^{\infty} f(t) dt$	$\int_0^{\infty} f(t) dt$	-	$\frac{f(t)}{\int_t^{\infty} f(t) dt}$
<b>λ(t)</b>	$-\int_{e^0}^t \lambda(t) dt$	$-\int_{1-e^0}^t \lambda(t) dt$	$\lambda(t) \cdot e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$	-

7

<sup>7</sup> Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013.

### **3.5. DEFINIRANJE ODRŽAVANJA**

Održavanje je skup akcija s ciljem da se sustav zadrži, ili vrati, u stanje u kojem izvršava zadanu funkciju kao što je već navedeno na početku poglavlja. Održavanje i pouzdanost su usko povezani jer ako sustav ne održavamo adekvatno time i pouzdanost sustava opada. Ako želimo sustav koji funkcionira u skladu zahtjeva koji su mu dani, moramo ga održavati kako bi mu pouzdanost bila što veća i obavljao zahtijevane funkcije bez kvarova. Kvarovi su neizbježni te sustav koji se održava odnosno popravlja je povoljniji sustav.

Održavanje se može podijeliti na:

- korektivno održavanje,
- preventivno održavanje
- održavanje prema stanju

#### **3.5.1. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE**

Korektivno održavanje podrazumijeva slijed akcija nad sustavom koji nije radno sposoban kako bi mu se vratila funkcionalnost na prijašnju razinu, odnosno u ispravno stanje.

Prednosti ovakvog pristupa su najniža cijena i najveće iskorištenje resursa sustava (koristimo resurse dokle god funkcioniraju). Što se nedostataka tiče, potrebno je istaknuti da je time otežano planiranje, jer osim eventualno statističkih podataka, nije moguće znati kada će pojedini dijelovi sustava odnosno sustav u cjelini prestati s radom. Time je otežana potpora radu sustava (postoji li spremna radna snaga za izvršavanje popravka, postoje li pričuvni dijelovi i oprema za popravak...). Kod velikih sustava, pogotovo u profesionalnoj primjeni, ne može se dopustiti da sustav prestane funkcionirati da bi ga ponovo osposobili: primjer je zrakoplov ili medicinska oprema. Korektivno održavanje primjenjuje se kod elektroničke opreme i ostale tehnike kod kojih se kvarovi događaju pravilnim ritmom.



Slika 12 Korektivno održavanje

Izvor: Dijagnostika i održavanje uređaja, Strukovna škola Vice Vlatkovića, 27.08.2014, Zadar

### 3.5.2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE

Preventivno održavanje podrazumijeva brigu i servisiranje sustava kako bi ostao u zadovoljavajućim radnim karakteristikama, koristeći sustavni nadzor, detekciju i ispravak potencijalnog kvara prije nego dođe do njega. Cilj je imati sustave koji se nikada neće pokvariti, a njih osiguravamo tako da periodički provjeravamo svojstva i funkcije sustava. Preventivno održavanje se izvodi periodički, na sljedeće načine:

- vremenski orijentirano,
- radno orijentirano.

Vremenski orijentirano – Nakon isteka određenog vremena sustav se pregledava i servisira. To može biti nakon 100 sati, nakon tjedan dana, svakih 10 dana, jednom mjesečno i slično te također zahtijeva velike resurse radne snage, a nije učinkovito ukoliko se otkaz dogodi između dva pregleda.

Radno orijentirano – Sustav se pregledava i servisira nakon što je radio određen vremenski period. Održava se kroz određeni period rada sustava ne uključujući period kada sustav nije bio u upotrebi.

Pod preventivnim održavanjem smatramo redovite preglede, zamjenu dijelova za koje mjerenjem svojstava ili praćenjem degradacije utvrdimo da bi mogli otkazati, čišćenje, kontrolu ispravnosti instrumenata i sl. Prednosti ovakvog pristupa održavanju su jednostavnije planiranje (znamo da će to biti nakon određenog vremenskog perioda) i što na taj način sustav održavamo pouzdanim i sigurnim. Među nedostatke ubrajamo skuplje održavanje nego što je korektivno a ujedno je i vremenski sustav manje raspoloživ pa je manje iskorištenje resursa sustava.

### **3.5.3. ODRŽAVANJE PREMA STANJU**

Održavanje prema stanju podrazumijeva praćenje degradacije dijelova kako bi se zamjenski dijelovi pripremili prije otkaza da ih se može pravodobno zamijeniti. U poslovnim sustavima pokušava se maksimizirati vrijeme provedenog u radu jer rad donosi profit. Zato je potrebno izbjeći nepotrebne zastoje. Kao što možemo naslutiti, neizbježni zastoj će svakako biti sama kontrola i zamjena dijelova, ili neki drugi aspekt održavanja, ali postoji dio posla koji se može unaprijed pripremiti kako bi se izbjeglo čekanje jednom kada dođe do kvara uređaja. Na taj način moguće je pravodobno reagirati i brže osposobiti sustav. Potrošeno vrijeme je samo ono korišteno da se popravi ili zamijeni neispravan dio. Prednosti održavanja prema stanju su dostupnost i veća pouzdanost opreme.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Bazijanac, E.; Nastavni materijali; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.

## **4. SISTEMATIZACIJA PODATAKA O KVAROVIMA NA VOZILU PRIMJENOM PRORAČUNSKIH TABLICA**

Preventivno održavanje je jedan od postupaka održavanja koji se koristi kod gospodarskih vozila kako bi se određeni dijelovi promijenili prije nego naprave štetu kako bi radnja odnosno sustav funkcionirao u skladu sa zahtjevima. Uvijek postoje kvarovi koji se dogode iznenadno te ih treba u što kraćem roku sanirati odnosno zamijeniti dijelove sustava kako bi se sustav vratio u prvobitno stanje za rad, takva primjena održavanja zove se održavanje prema stanju. Dobiveni podaci će prikazati koji dijelovi se kada i koliko učestalo kvare te u kojem periodu se događaju kvarovi kako bi se bolje znalo primijeniti održavanje koje najbolje funkcioniran za određeni period. Period u kojem se radi redoviti veliki servis iznosi 60 000 kilometara što iznosi polovicu godišnje kilometraže tegljača. Podaci su dobiveni u periodu do 480 000 kilometara.

### **4.1. KAKO I KOJI SU DOBIVENI PODACI ZA SISTEMATIZACIJU**

Podaci koji su dobiveni dani su iz tvrtke Auto centar Horvat d.o.o. koja je osnovana 2013. godine kao tvrtka namijenjena za prijevoz vozila koja je proizašla iz tvrtke Horvat Automobili d.o.o. koja se bavi prodajom i prijevozom automobila od 2001. godine. Primarna djelatnost je prijevoz automobila, kombi vozila, raznovrsnih prikolica, motora te lakših radnih strojeva. Sekundarne djelatnosti su vučna služba vozila u kvaru, te karamboliranih vozila i prodaja vozila. Tjedni kapacitet prijevoza vozila iznosi 250 do 300 vozila te tvrtka posjeduje 15 tegljača autotransportera s mogućnošću utovara 8 do 10 vozila.

Dijelovi odnosno sustavi na tegljaču na kojima se događaju kvarovi koje je tvrtka podijelila su:

- Sustav kočenja
- Ventilacija
- Akumulator
- Električni sklopovi
- Žarulje
- Pumpa za podizanje kabine
- Zračni ovjes i amortizeri



- Servo pumpa
- Ležajevi
- Turbokompresor
- Filter za gorivo
- Kvačilo
- Zamašnjak
- Katalizator
- Pumpa za hlađenje motora

## 4.2. BROJ I UČESTALOST KVAROVA

Prva tablica prikazuje koji sustavi odnosno dijelovi se kvare, koliki je broj kvarova u izmjerenom vremenskom periodu te koliki je postotak nasprem svih kvarova.

Tabela 2 Popis sustava, broj kvarova te udio kvarova u postocima

1. Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Sustav	Broj kvarova	Udio kvarova u postocima
Sustav kočenja	504	37.50%
Ventilacija	67	4.99%
Akumulator	18	1.34%
Električni sklopovi	181	13.47%
Žarulje	203	15.10%
Pumpa za podizanje kabine	33	2.46%
Zračni ovjes i amortizeri	51	3.79%
Servo pumpa	17	1.26%
Ležajevi	98	7.29%
Turbokompresor	15	1.12%
Filter za gorivo	11	0.82%
Kvačilo	71	5.28%
Zamašnjak	9	0.67%
Katalizator	12	0.89%
Pumpa za hlađenje motora	54	4.02%
<b>Ukupno</b>	<b>1344</b>	<b>100.00%</b>

Druga tablica prikazuje u svakom od osam intervala učestalost kvarova te koliki im je broj. Prikazano je u kojem se intervalu rade servisi, koliki je ukupni vremenski period,

odnosno period prijeđenih kilometara te do koliko kvarova dolazi u svakom intervalu i sveukupni zbroj svih kvarova.

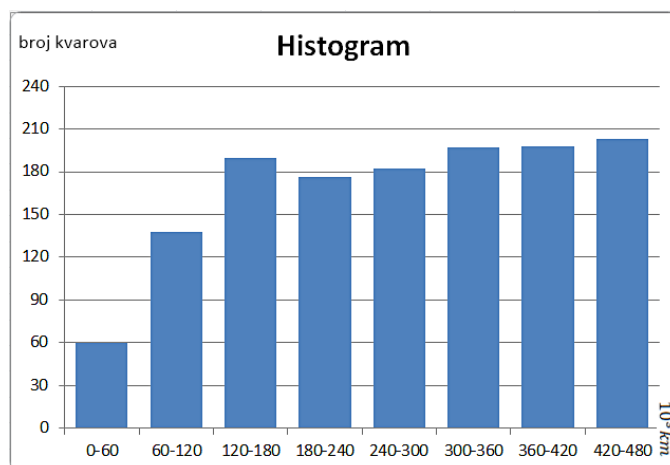
Tabela 3 Broj kvarova u svakom intervalu i ukupan broj kvarova

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Interval	0-60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-360	360-420	420-480
Sustav kočnja	17	43	74	66	77	71	86	70
Ventilacija	0	4	6	3	13	11	14	16
Akumulator	2	2	0	1	5	3	1	4
Električni sklopovi	7	24	33	31	21	17	27	21
Žarulje	6	28	33	32	16	42	15	31
Pumpa za podizanje kabine	2	0	1	3	4	8	7	8
Zračni ovjes i amortizeri	5	6	7	8	6	5	4	10
Servo pumpa	0	1	2	1	3	4	4	2
Ležajevi	11	9	15	12	12	10	14	15
Turbokompresor	0	1	1	1	3	4	2	3
Filter za gorivo	0	1	1	2	1	3	2	1
Kvačilo	5	12	9	8	12	9	9	7
Zamašnjak	0	0	1	2	1	0	2	3
Katalizator	0	1	0	1	2	2	3	3
Pumpa za hlađenje motora	5	6	7	5	6	8	8	9
<b>Broj otkaza po intervalu</b>	<b>60</b>	<b>138</b>	<b>190</b>	<b>176</b>	<b>182</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>203</b>
<b>Ukupan broj otkaza</b>	<b>60</b>	<b>198</b>	<b>388</b>	<b>564</b>	<b>746</b>	<b>943</b>	<b>1141</b>	<b>1344</b>

### 4.3. GRAFOVI POKAZATELJA POUZDANOSTI

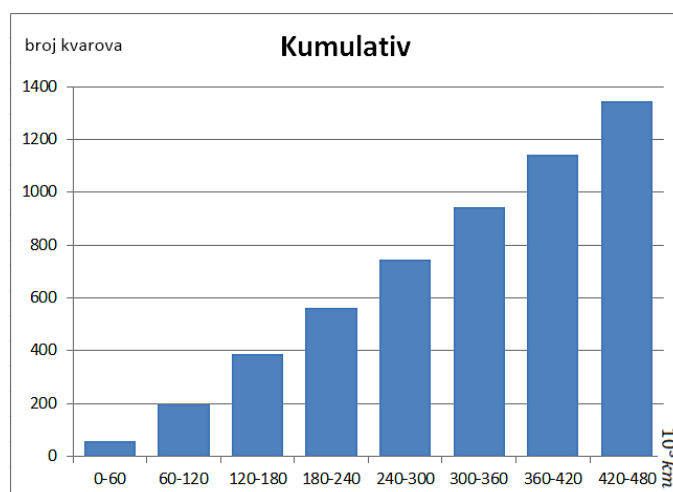
Putem grafova se bolje uočavaju promjene podataka, učestalost kvarova te se time mogu donjeti zaključci i analize. Dobiveni grafovi preko proračuna pokazatelja pouzdanosti jesu histogram koji prikazuje broj kvarova u zadanim intervalima, kumulativ odnosno zbroj svih kvarova unutar svakog intervala, graf za funkciju prikaz pouzdanosti i nepouzdanosti, gustoće i intenzitet otkaza.



Grafikon 1 Histogram kvarova po intervalima

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Histogram prikazuje ukupni broj kvarova po intervalu za sve sustave u kvaru te kako se mijenja kroz određeni period u prijeđenim kilometrima. Kumulativ prikazuje ukupni broj kvarova kroz svaki interval zbrajajućim nizom sve do sveukupnog broja kvarova od prvog do zadnjeg intervala.



Grafikon 2 Kumulativ svakog intervala zbrajajućim nizom do sveukupnog broja kvarova

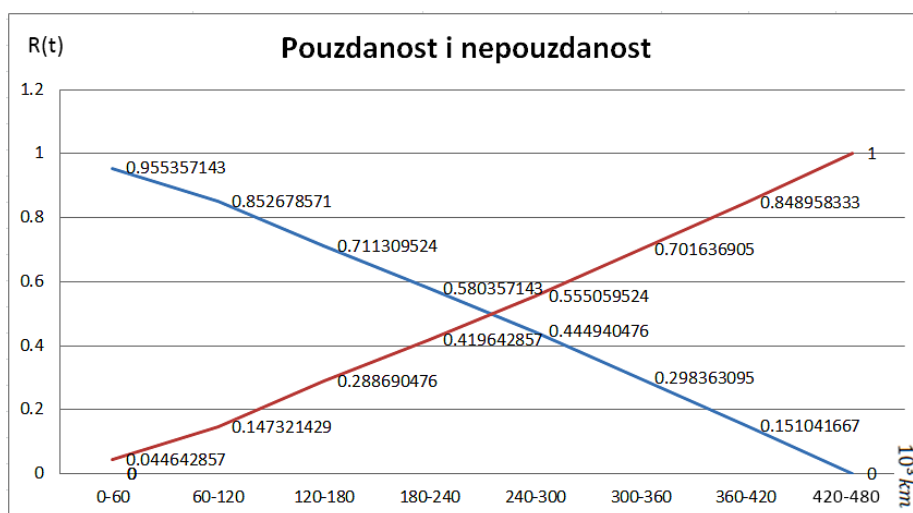
Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Tabela 4 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

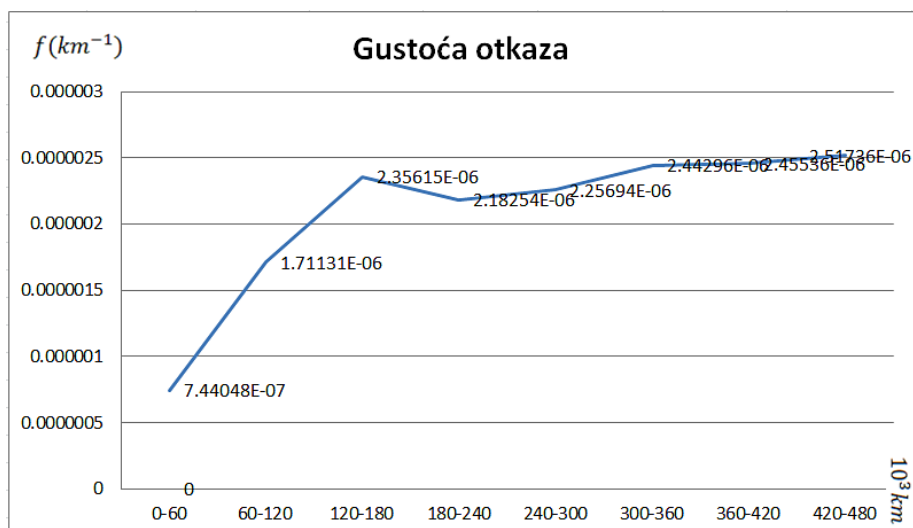
Pouzdanost		Nepouzdanost		Gustoća otkaza		Intenzitet otkaza	
<b>R(0-60)</b>	0.955357143	<b>F(0-60)</b>	0.044642857	<b>f(0-60)</b>	7.44048E-07	<b>λ(0-60)</b>	7.78816E-07
<b>R(60-120)</b>	0.852678571	<b>F(60-120)</b>	0.147321429	<b>f(60-120)</b>	1.71131E-06	<b>λ(60-120)</b>	1.90713E-06
<b>R(120-180)</b>	0.711309524	<b>F(120-180)</b>	0.288690476	<b>f(120-180)</b>	2.35615E-06	<b>λ(120-180)</b>	2.74408E-06
<b>R(180-240)</b>	0.580357143	<b>F(180-240)</b>	0.419642857	<b>f(180-240)</b>	2.18254E-06	<b>λ(180-240)</b>	2.51142E-06
<b>R(240-300)</b>	0.444940476	<b>F(240-300)</b>	0.555059524	<b>f(240-300)</b>	2.25694E-06	<b>λ(240-300)</b>	2.61044E-06
<b>R(300-360)</b>	0.298363095	<b>F(300-360)</b>	0.701636905	<b>f(300-360)</b>	2.44296E-06	<b>λ(300-360)</b>	2.86254E-06
<b>R(360-420)</b>	0.151041667	<b>F(360-420)</b>	0.848958333	<b>f(360-420)</b>	2.45536E-06	<b>λ(360-420)</b>	2.87958E-06
<b>R(420-480)</b>	0	<b>F(420-480)</b>	1	<b>f(420-480)</b>	2.51736E-06	<b>λ(420-480)</b>	+∞

Tablica prikazuje pouzdanost, nepouzdanost, gustoću te intenzitet otkaza i njihove povezanosti. Tegljači u prvih 60 000 kilometara imaju intenzitet otkaza 7.78816E-07 što se poistovjećuje kao  $7.78816 \cdot 10^{-7}$  i tako dalje za sve intervale gustoće i intenziteta otkaza.



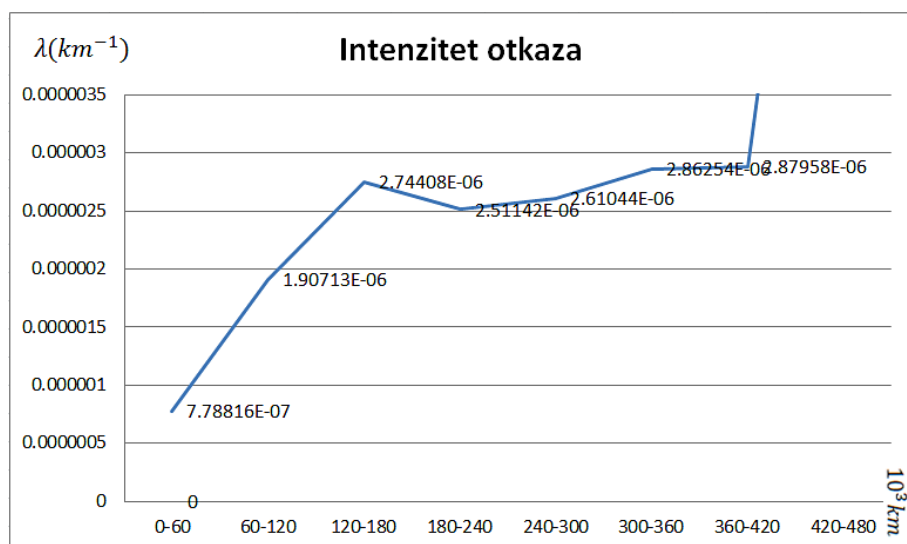
Grafikon 3 Povezanost pouzdanosti i nepouzdanosti

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.



Grafikon 4 Gustoća otkaza

Izvor: Ivezic, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.



Grafikon 5 Intenzitet otkaza

Izvor: Ivezic, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

## 5. IZRAČUN FUNKCIJA POUZDANOSTI NA TEMELJU PODATAKA IZ EKSPLOATACIJE

Pouzdanost je vjerojatnost da će proizvod izvršiti zadanu funkciju u zadanim uvjetima i u zadanom vremenu te se računa kao:

$$R(t) = \frac{n-N(t)}{n} \quad (17)$$

$n$  – ukupan broj pojava (elemenata, stanja) u radu na početku.

$N(t)$  – ukupan broj pojava (otkaza, elemenata, stanja) u zastoju do trenutka  $t$ .

$n(t)$  – ukupan broj stanja (elemenata) u radu ili ukupan broj ispravnih do trenutka  $t$ .

Pouzdanost je vjerojatnost, znači broj između 0 i 1. Nepouzdanost je komplementarna funkcija pouzdanosti odnosno vjerojatnost otkaza sredstva te se može onda računati kao:

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (18)$$

Odnosno kao:

$$F(t) = \frac{N(t)}{n} \quad (19)$$

Gustoću otkaza  $f(t)$  je gustoća vjerojatnosti bez otkaznog rada sustava do prvog otkaza te se računa kao:

$$f(t) = \frac{N(\Delta t)}{n * \Delta t}, h^{-1} \quad (20)$$

gdje je  $N(\Delta t)$  broj kvarova u intervalu  $\Delta t$  širina intervala:

$$\Delta(t) = \frac{t_{max} - t_{min}}{1 + 3,3 \log(n)}, h \quad (21)$$

$t_{min}$  – često je jednak 0 zbog početka mjerenja.

$t_{max}$  – vrijeme posljednje pojave zastoja.

Intenzitet otkaza  $\lambda(t)$  je brzina otkazivanja i računa se kao:

$$\lambda(t) = \frac{N(\Delta t)}{n(t) * \Delta t} \quad (22)$$

Odnosno,

$$\lambda(t) = \frac{N(\Delta t)}{\frac{n(t-\Delta t)+n(t)}{2} \cdot \Delta t}, h^{-1} \quad (23)^9$$

Tabela 5 Broj kvarova u svakom intervalu u ukupan broj kvarova

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Interval	0-60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-360	360-420	420-480
Sustav kočenja	17	43	74	66	77	71	86	70
Ventilacija	0	4	6	3	13	11	14	16
Akumulator	2	2	0	1	5	3	1	4
Električni sklopovi	7	24	33	31	21	17	27	21
Žarulje	6	28	33	32	16	42	15	31
Pumpa za podizanje kabine	2	0	1	3	4	8	7	8
Zračni ovjes i amortizeri	5	6	7	8	6	5	4	10
Servo pumpa	0	1	2	1	3	4	4	2
Ležajevi	11	9	15	12	12	10	14	15
Turbokompresor	0	1	1	1	3	4	2	3
Filter za gorivo	0	1	1	2	1	3	2	1
Kvačilo	5	12	9	8	12	9	9	7
Zamašnjak	0	0	1	2	1	0	2	3
Katalizator	0	1	0	1	2	2	3	3
Pumpa za hlađenje motora	5	6	7	5	6	8	8	9
<b>Broj otkaza po intervalu</b>	<b>60</b>	<b>138</b>	<b>190</b>	<b>176</b>	<b>182</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>203</b>
<b>Ukupan broj otkaza</b>	<b>60</b>	<b>198</b>	<b>388</b>	<b>564</b>	<b>746</b>	<b>943</b>	<b>1141</b>	<b>1344</b>

Tabela 6 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Pouzdanost		Nepouzdanost		Gustoća otkaza		Intenzitet otkaza	
<b>R(0-60)</b>	0.955357143	<b>F(0-60)</b>	0.044642857	<b>f(0-60)</b>	7.44048E-07	<b>λ(0-60)</b>	7.78816E-07
<b>R(60-120)</b>	0.852678571	<b>F(60-120)</b>	0.147321429	<b>f(60-120)</b>	1.71131E-06	<b>λ(60-120)</b>	1.90713E-06
<b>R(120-180)</b>	0.711309524	<b>F(120-180)</b>	0.288690476	<b>f(120-180)</b>	2.35615E-06	<b>λ(120-180)</b>	2.74408E-06
<b>R(180-240)</b>	0.580357143	<b>F(180-240)</b>	0.419642857	<b>f(180-240)</b>	2.18254E-06	<b>λ(180-240)</b>	2.51142E-06
<b>R(240-300)</b>	0.444940476	<b>F(240-300)</b>	0.555059524	<b>f(240-300)</b>	2.25694E-06	<b>λ(240-300)</b>	2.61044E-06
<b>R(300-360)</b>	0.298363095	<b>F(300-360)</b>	0.701636905	<b>f(300-360)</b>	2.44296E-06	<b>λ(300-360)</b>	2.86254E-06
<b>R(360-420)</b>	0.151041667	<b>F(360-420)</b>	0.848958333	<b>f(360-420)</b>	2.45536E-06	<b>λ(360-420)</b>	2.87958E-06
<b>R(420-480)</b>	0	<b>F(420-480)</b>	1	<b>f(420-480)</b>	2.51736E-06	<b>λ(420-480)</b>	+∞

Prikazani izračuni bit će samo za prva dva intervala kako bi se vidjelo što i kako se računa i primjenjuje se za sve intervale. Koristeći formulu za izračun pouzdanosti dobivaju se sljedeći podaci:

<sup>9</sup> Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013.

$$R(t) = \frac{n-N(t)}{n} \quad (24)$$

$$n = 1344$$

$$N(0-60) = 60$$

$$R(0 - 60) = \frac{1344 - 60}{1344} = 0.955357143$$

$$n = 1344$$

$$N(60-120) = 198$$

$$R(60 - 120) = \frac{1344-198}{1344} = 0.852678571$$

Nepouzdanost je komplementarna funkcija pouzdanosti te se može izračunati na dva načina:

$$F(t) = \frac{N(t)}{n} \quad (25)$$

Odnosno,

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (26)$$

$$n = 1344$$

$$N(0-60) = 60$$

$$F(0 - 60) = \frac{60}{1344} = 0.044642857$$

ili

$$F(0 - 60) = 1 - 0.955357143 = 0.044642857$$

$$n=1344$$

$$N(60-120) = 198$$

$$F(60 - 120) = \frac{198}{1344} = 0.147321429$$

$$F(60 - 120) = 1 - R(60 - 120) = 1 - 0.852678571 = 0.147321429$$

Gustoća otkaza se izračunava na sljedeći način:



$$f(t) = \frac{N(\Delta t)}{n \cdot \Delta t} \quad (27)$$

$$N(60) = 60$$

$$n = 1344$$

$$\Delta t = 60\,000 \text{ km}$$

$$f(0 - 60) = \frac{60}{1344 \cdot 60000} = 7.44048 \cdot 10^{-7} \text{ km}^{-1}$$

$$N(120) = 138$$

$$n = 1344$$

$$\Delta t = 60\,000 \text{ km}$$

$$f(60 - 120) = \frac{138}{1344 \cdot 60000} = 1.71131 \cdot 10^{-6} \text{ km}^{-1}$$

Intenzitet otkaza se izračunava na sljedeći način:

$$\lambda(t) = \frac{N(\Delta t)}{n(t) \cdot \Delta t} \quad (28)$$

$$N(0-60) = 60$$

$$n(0-60) = 1344 - 60 = 1284$$

$$\Delta t = 60\,000 \text{ km}$$

$$\lambda(0 - 60) = \frac{60}{1284 \cdot 60000} = 7.78816 \cdot 10^{-7} \text{ km}^{-1}$$

$$N(60-120) = 138$$

$$n(60-120) = 1344 - 138 = 1206$$

$$\Delta t = 60\,000 \text{ km}$$

$$\lambda(60 - 120) = \frac{138}{1206 \cdot 60000} = 1.90713 \cdot 10^{-6} \text{ km}^{-1}$$

## 5.1. DEFINIRANJE SREDNJEG VREMENA IZMEĐU OTKAZA

Jedan je od najvažnijih parametara pouzdanosti sustava. Pokazuje koliko je prosječno vrijeme između kvarova sustava odnosno otkaza. Sustav koji se održava (popravlja) je povoljniji sustav, ima srednje vrijeme između otkaza MTBF (Mean–Time–Between–Failure). Pretpostavka je da popravljeni sustav ima intenzitet otkaza isto kao novi sustav. Povećava li se srednje vrijeme između otkaza povećava se i pouzdanost.

Srednje vrijeme između otkaza ili očekivano vrijeme bez otkaznog rada dano je izrazom:

$$m = E(T) = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (29)$$

Gdje je  $T$  slučajna varijabla koja označava vrijeme pojave otkaza pošto je:  $f(t) = -\frac{dR(t)}{dt}$  (30),

te slijedi:

$$E(T) = - \int_0^{\infty} t \cdot dR(t) = \underbrace{-t \cdot R(t)}_I \Big|_0^{\infty} + \underbrace{\int_0^{\infty} R(t) dt}_II \quad (31)$$

Izraz I za  $t=0$  poprima vrijednost 0, a za  $t= \infty$  poprima vrijednost također 0, pa je:

$$E(T) = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (32)$$

Odnosno

$$m = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (33)$$

Promotrimo li  $n$  sustav, koji imaju  $i$  vremena otkaza  $t_1, t_2, \dots, t_n$  tada je:

$$MTBF = \frac{t_1+t_2+\dots+t_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (34)^{1011}$$

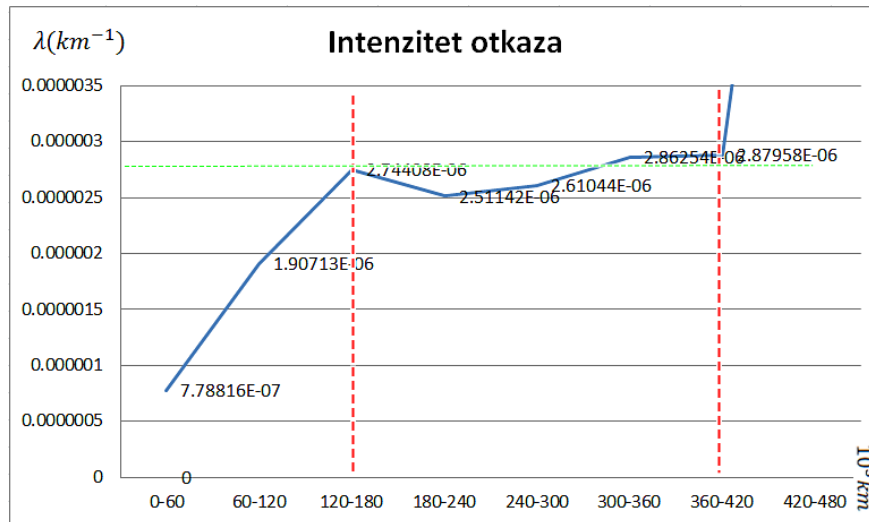
## 5.2. SREDNJE VRIJEME IZMEĐU OTKAZA TEGLJAČA

Prva tri intervala prikazuju drugačije funkcioniranje sustava, odnosno rast broja kvarova naspred broja kvarova u zadnjim intervalima koji na jedan način predstavlja konstantu. Intervali unutar naznačenim granicama mogu se poistovijetiti s eksponencijalnom

<sup>10</sup> Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013.

<sup>11</sup> Bazijanac, E.; Nastavni materijali; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.

distribucijom gdje je intenzitet otkaza konstantan. Kako se u pravoj eksploataciji ne može očekivati da je intenzitet otkaza konstantan, ali se može uzeti za primjer pri izračunu srednjeg vremena između otkaza kako bi se moglo znati koje održavanje primjeniti.



Grafikon 6 Intenzitet otkaza s naznačenim granicama

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Prva tri intervala grafa prikazuju otkaze u naglom porastu. Ovakva dobivena krivulja u grafu može se donekle poistovijetiti s krivuljom života tzv. krivulja kade.

Intervali između naznačenih isprekidanih crvenih crta prikazuju relativnu konstantu te time je pogodno izračunati srednje vrijeme između otkaza (MTBF) kako bi se primjenilo adekvatno održavanje sustava. Iz grafa se može očitati prosječni intenzitet otkaza unutar naznačenog područja, ali bit će prikazan i izračun:

$$\lambda(180 - 240) = 2.55142 \cdot 10^{-6} km^{-1}$$

$$\lambda(240 - 300) = 2.61044 \cdot 10^{-6} km^{-1}$$

$$\lambda(300 - 360) = 2.86254 \cdot 10^{-6} km^{-1}$$

$$\lambda(360 - 420) = 2.87958 \cdot 10^{-6} km^{-1}$$

$$\lambda(180 - 420) = \frac{\lambda(180 - 240) + \lambda(240 - 300) + \lambda(300 - 360) + \lambda(360 - 420)}{4}$$

$$\lambda(180 - 420) = 2.715995 \cdot 10^{-6} km^{-1}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda(180 - 420)} = 368189.1903 km$$

## 6. ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA

Izračuni su dobiveni od podataka koje je dala tvrtka Auto centar Horvat d.o.o. koja posjeduje 15 tegljača nosivosti 8 do 10 vozila tjednog kapaciteta prijevoza 250 do 300 vozila. Ukupna nosivost svakog tegljača iznosi preko 25 tona te svaki tegljač godišnje prijeđe 120 000 kilometara s time da se svakih 60 000 napravi redoviti servis.

Preko sakupljenih podataka može se primijetiti koji sustavi odnosno dijelovi se najviše troše te kvare prilikom prijevoza.

Tabela 7 Hijerarhijski prikaz količine otkaza

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Sustav	Broj kvarova	Udio kvarova u postocima
Sustav kočenja	504	37.50%
Žarulje	203	15.10%
Električni sklopovi	181	13.47%
Ležajevi	98	7.29%
Kvačilo	71	5.28%
Ventilacija	67	4.99%
Pumpa za hlađenje motora	54	4.02%
Zračni ovjes i amortizeri	51	3.79%
Pumpa za podizanje kabine	33	2.46%
Akumulator	18	1.34%
Servo pumpa	17	1.26%
Turbokompresor	15	1.12%
Katalizator	12	0.89%
Filter za gorivo	11	0.82%
Zamašnjak	9	0.67%
<b>Ukupno</b>	<b>1344</b>	<b>100%</b>

Pet sustava koji se najviše troše i otkazuju te će biti objašnjeni zašto su:

1. Sustav kočenja
2. Žarulje
3. Električni sklopovi
4. Ležajevi
5. Kvačilo

Prema tablici može se primjetiti kako kočnice otkazuju, odnosno troše se najbrže od svih sustava jer neprestano rade prilikom vožnje zbog konstatnih usporenja na cesti. Svaki od tih 15 tegljača prijeđe otprilike 120 000 kilometara godišnje što je logičan slijed neprestanog trošenja kočnica pa i potpunog otkaza, ali se to preventivno rješava svakim redovnim servisom kako bi se izbjeglo potpuno otkazivanje što bi bilo jako opasno te napravilo velike štete tegljaču pa naposljetku tvrtki.

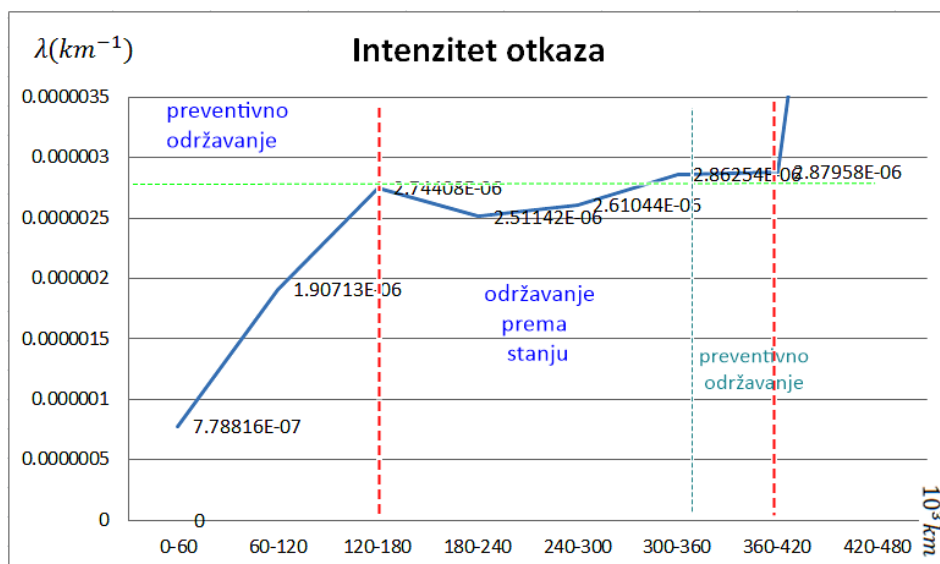
Žarulje su sljedeći dio koji se najviše troši jer su upaljene cijelo vrijeme prilikom noćne vožnje te zakonom dnevna svjetla moraju biti upaljena u periodu od 1. studenog do 31. ožujka. Isto tako moraju se upaliti prilikom slabe vidljivosti neovisno o navedenom datumu. Tagljači imaju još i dodatna gabaritna svjetla kako bi imali bolju vidljivost.

Tegljač kao kompleksni stroj ima svakave električne sklopove koji se naravno s vremenom kvare i mogu uzrokovati dodatne štete i otkaze. Problem kod električnih sklopova je što ne možemo sa sigurnošću predvidjeti kada će doći do otkaza, ali neprestano postoje veliki kvarovi što je u svijetu auto industrije i ostalih industrija vozila česta pojava.

Ležajevi se kod gospodarskih vozila često troše zbog velikih sati rada te prijeđenih kilometara. Trenje je veliki faktor trošenja te se time ležajevi često i mijenjaju no cijene ležajeva nisu velike nasprem ostalih dijelova koji se troše ili otkazu.

Kvačilo je jedan od dijelova koji se češće troši zbog velikih prijeđenih kilometara i neprestanog prebacivanja transmisije u viši ili niži stupanj prijenosa.

Navedeno i objašnjeno je pet najčešćih otkaza tegljača koji uzrokuju taj nagli porast kvarova u prva tri intervala. Kasnije se u sljedećim intervalima uspostavi konstanta nalik na graf eksponencijalne razdiobe intenziteta otkaza pa se može odrediti koje adekvatno održavanje treba primjeniti.



Grafikon 7 Odabir održavanja nasprem intenziteta otkaza

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Tabela 8 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti

Izvor: Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

Pouzdanost		Nepouzdanost		Gustoća otkaza		Intenzitet otkaza	
<b>R(0-60)</b>	0.955357143	<b>F(0-60)</b>	0.044642857	<b>f(0-60)</b>	7.44048E-07	<b>λ(0-60)</b>	7.78816E-07
<b>R(60-120)</b>	0.852678571	<b>F(60-120)</b>	0.147321429	<b>f(60-120)</b>	1.71131E-06	<b>λ(60-120)</b>	1.90713E-06
<b>R(120-180)</b>	0.711309524	<b>F(120-180)</b>	0.288690476	<b>f(120-180)</b>	2.35615E-06	<b>λ(120-180)</b>	2.74408E-06
<b>R(180-240)</b>	0.580357143	<b>F(180-240)</b>	0.419642857	<b>f(180-240)</b>	2.18254E-06	<b>λ(180-240)</b>	2.51142E-06
<b>R(240-300)</b>	0.444940476	<b>F(240-300)</b>	0.555059524	<b>f(240-300)</b>	2.25694E-06	<b>λ(240-300)</b>	2.61044E-06
<b>R(300-360)</b>	0.298363095	<b>F(300-360)</b>	0.701636905	<b>f(300-360)</b>	2.44296E-06	<b>λ(300-360)</b>	2.86254E-06
<b>R(360-420)</b>	0.151041667	<b>F(360-420)</b>	0.848958333	<b>f(360-420)</b>	2.45536E-06	<b>λ(360-420)</b>	2.87958E-06
<b>R(420-480)</b>	0	<b>F(420-480)</b>	1	<b>f(420-480)</b>	2.51736E-06	<b>λ(420-480)</b>	+∞

Preventivnim održavanjem usporilo bi nagli porast kvarova koji je uočljiv u prva tri intervala na grafu intenziteta otkaza. Tegljači prelaze velike brojke kilometara te bi se time preventivno održavanje vršilo radno orijentirano, odnosno prilikom određenih prijeđenih kilometara.

Intervali unutar područja naznačenih isprekidanim crtama održavali bi se održavanjem prema stanju. Tim održavanjem se prati degradacija dijelova kako bi se zamjenski dijelovi pripremili prije otkaza kako bi se pravodobno zamijenili. Na taj način moguće je pravodobno reagirati i brže osposobiti sustav. Neizbježan zastoje će svakako biti kontrola i zamjena dijelova no prednosti održavanja prema stanju su dostupnost i veća pouzdanost opreme, odnosno dijelova.

Srednje vrijeme između otkaza (MTBF) iznosi 368 189.1903 kilometara. Prema proračunu nakon tih prijeđenih kilometara može se očekivati znatno više otkaza te se adekvatno time mora promijeniti način održavanja kako bi tegljač nastavio raditi zahtijevane funkcije, odnosno prevezio vozila u zadanim uvjetima. Nakon prijeđenih 368 189.1903 kilometara održavanje se treba promijeniti na preventivno te napraviti cjelokupnu analizu tegljača i servis. Tako bi se pregledalo što je već blizu otkaza te na vrijeme zamijenili dijelovi kako bi tegljač nastavio prevoziti vozila prema zahtijevanim uvjetima. Praćenjem, analizom i mijenjanjem održavanja ovisno o uvjetima pomaže održati ili povećati pouzdanost vozila.

Teretna vozila imaju veći intenzitet eksploatacije, ali i kraći vijek te češće popravke. Način korištenja te održavanje vozila imaju poseban utjecaj na pouzdanost, a samim time i na vijek trajanja vozila. Najčešći parametar za utvrđivanje pouzdanosti je vijek trajanja, koji se izražava u broju prijeđenih kilometara te u radnim satima. Na osnovu tih podataka možemo govoriti o samoj kvaliteti vozila. Važan pokazatelj eksploatacije vozila je broj dolazaka u servise radi održavanja, kako tekućih tako i generalnih.



## 7. ZAKLJUČAK

Pouzdanost ima veliku ulogu kod gospodarskog vozila jer velika pouzdanost vozila smanjuje troškove prilikom otkazivanja pojedinih sustava odnosno dijelova te smanjuje troškova održavanja. Preventivnim održavanjem može se spriječiti naglo otkazivanje pojedinog sustava i smanjiti troškove no uvijek postoji iznenadno otkazivanje na koje se kao poslodavac ne može računati.

Kada se dogodi iznenadni otkaz bitno je brzo i efikasno reagirati te sanirati štetu kako se troškovi ne bi povećali jer što je sustav više u kvaru poslodavac i tvrtka su u većem ekonomskom gubitku. Treba odabrati odgovarajuće održavanje koje sustav zahtijeva kako bi odrađivalo zadanu funkciju u zadanim uvjetima kao u ovom primjeru tegljača za prijevoz vozila.

Tegljači prelaze velike brojke kilometara godišnje što povećava rizik otkazivanja odnosno povećava nepouzdanost, adekvatnim održavanjem i saniranjem otkaza može se povećati i držati konstatna pouzdanost do jednog perioda jer svaki stroj se nakon dužeg perioda pokvari odnosno otkáže do mjere kada se više ne može povratiti pouzdanost do zahtijevane mjere. Tada poslodavac mora omogućiti novo vozilo kako bi ostao konkurentan i imao pouzdanost koja je zahtijevana.

Proračunom i grafom prikazano je koja održavanja su prikladna ovisno o prijedenoj kilometraži. Prvi i zadnji dio grafa naznačenim granicama prikazuje kako je preventivno održavanje pogodnije za eksploataciju tegljača no onaj središnji dio pogodnije je održavanje prema stanju.

Tvrtka Auto centar Horvat d.o.o. kako bi ostala konkurentna tvrtka na tržištu mora ulagati u razvoj tehnologija i unaprijeđenja transportnih sredstava, skladištenje dovezenih vozila te ulagati u ljudski potencijal. Primjenom adekvatnih održavanja produljivati, odnosno ako je moguće povećati pouzdanost svojih tegljača autotransportera.

Razvojem tehnologija kojim bi se mogla povećati pouzdanost odnosno razvojem tehnologija održavanja vozila uvelike bi donio napredak, smanjenje troškova te produžilo vijek trajanja rada tegljača.

## Literatura

1. Rajsman, M.; Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
2. Protega, V.; Nastavni materijali, Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
3. <https://jatrgovac.com/gospodarska-vozila-porezni-aspekt-od-gospodarskih-do-sluzbenih-osobnih-vozila/>
4. Bazijanac, E.; Nastavni materijal; Tehnička logistika; Fakultet prometnih znanosti.
5. Marvin, I. i Budimir, D.; Nastavni materijali, Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, 2013.
6. Ivezić, I.; Proračun pouzdanosti, Excel, Fakultet prometnih znanosti, 2021.

## Popis slika

Slika 1 Malo dostavno vozilo.....	7
Slika 2 Kombi vozilo .....	8
Slika 3 Kamionet.....	8
Slika 4 Dvoosovinski tegljač s tzv. cisternom .....	9
Slika 5 Tegljač s poluprikolicom za prijevoz vozila .....	10
Slika 6 Poluprikolica za prijevoz automobila .....	11
Slika 7 PDV-S obrazac .....	13
Slika 8 Krivulja života.....	15
Slika 9 Stanja sredstva.....	17
Slika 10 Odnos između funkcije pouzdanosti i vjerojatnosti otkaza.....	21
Slika 11 Odnos funkcije pouzdanosti, nepouzdanosti i gustoće otkaza .....	21
Slika 12 Korektivno održavanje .....	23

## Popis tablica

Tabela 1 Funkcijske veze između pokazatelja pouzdanosti. ....	21
Tabela 2 Popis sutava, broj kvarova te udio kvarova u postocima .....	26
Tabela 3 Broj kvarova u svakom intervalu i ukupan broj kvarova .....	27
Tabela 4 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti.....	28
Tabela 5 Broj kvarova u svakom intervalu u ukupan broj kvarova .....	32
Tabela 6 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti.....	32
Tabela 7 Hijerarhijski prikaz količine otkaza .....	38
Tabela 8 Iznosi funkcijskih veza pokazatelja pouzdanosti.....	40

## Popis grafova

Grafikon 1 Histogram kvarova po intervalima .....	28
Grafikon 2 Kumulativ svakog intervala zbrajajućim nizom do sveukupnog broja kvarova ..	28
Grafikon 3 Povezanost pouzdanosti i nepouzdanosti .....	29
Grafikon 4 Gustoća otkaza.....	30
Grafikon 5 Intenzitet otkaza.....	30
Grafikon 6 Intenzitet otkaza s naznačenim granicama .....	36
Grafikon 7 Odabir održavanja nasprem intenziteta otkaza.....	40