

# Modeli održavanja cestovnih teretnih vozila

---

Milić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:119:039997>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

**MODELI ODRŽAVANJA CESTOVNIH TERETNIH VOZILA**

**MODELS OF MAINTENANCE OF ROAD FREIGHT VEHICLES**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ratko Stanković

Student: Ivan Milić  
JMBAG: 0135258412

Zagreb, lipanj 2023.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 21. ožujka 2023.

Zavod:           Zavod za transportnu logistiku  
Predmet:        Tehnička logistika

### ZAVRŠNI ZADATAK br. 7090

Pristupnik:    Ivan Milić (0135258412)  
Studij:        Inteligentni transportni sustavi i logistika  
Smjer:         Logistika

Zadatak:       **Modeli održavanja cestovnih teretnih vozila**

Opis zadatka:

Objasniti pojmove i pokazatelje raspoloživosti i pouzdanosti tehničkih sredstava. Prikazati koncepcije i model održavanja tehničkih sredstava. U okviru studije slučaja prikazati i analizirati model održavanja cestovnih teretnih vozila određene tvrtke. Izvesti zaključke iz analitičkog dijela rada.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Ratko Stanković

## SAŽETAK

U završnom radu su razmatrane ključne teme vezane uz održavanje tehničkih sredstava. Poseban naglasak stavljen je na raspoloživost i pouzdanost tih sredstava, te njihovu važnost za kontinuirani i učinkoviti rad gospodarskog subjekta ili službe. Također, analizirana je struktura sustava održavanja koja obuhvaća planiranje, nadzor i izvršavanje potrebnih aktivnosti kako bi se očuvala funkcionalnost i produžio životni vijek tehničkih sredstava. Uz to, predstavljene su različite koncepcije i modeli održavanja, a u okviru studije slučaja analiziran je model održavanja voznog parka tvrtke Dukat, pružajući uvid u primjenu konkretnih koncepcija i njihovu uspješnost u praksi.

**KLJUČNE RIJEČI:** raspoloživost; pouzdanost; funkcionalnost; životni vijek; modeli održavanja

## SUMMARY

*The final paper discusses key topics related to the maintenance of technical assets. Special emphasis is placed on the availability and reliability of these assets, as well as their importance for the continuous and efficient operation of an economic entity or service. Furthermore, the maintenance system structure is analyzed, encompassing planning, monitoring, and execution of necessary activities in order to preserve the functionality and extend the lifespan of technical assets. Additionally, various maintenance concepts and models are presented, and within the scope of a case study, the maintenance model of Dukat company's vehicle fleet is analyzed, providing insights into the application of specific concepts and their effectiveness in practice.*

**KEY WORDS:** *availability; reliability; functionality; lifespan; maintenance models*

# SADRŽAJ

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Uvod .....  | 2  |
| 2.     | Raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava.....               | 4  |
| 2.1.   | Raspoloživost tehničkih sredstava.....                            | 4  |
| 2.1.1. | Operativna raspoloživost.....                                     | 4  |
| 2.1.2. | Vlastita ili inherentna raspoloživost.....                        | 5  |
| 2.1.3. | Dostignuta raspoloživost .....                                    | 6  |
| 2.2.   | Pouzdanost tehničkih sredstava .....                              | 6  |
| 2.2.1. | Funkcija pouzdanosti i nepouzdanosti.....                         | 7  |
| 2.2.2. | Funkcija gustoće otkaza.....                                      | 9  |
| 2.2.3. | Funkcija intenziteta otkaza.....                                  | 10 |
| 3.     | KONCEPCIJE ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SREDSTAVA .....                   | 12 |
| 3.1    | . Korektivno održavanje .....                                     | 12 |
| 3.2    | . Preventivno održavanje .....                                    | 13 |
| 3.3    | . Održavanje prema stanju.....                                    | 14 |
| 4.     | MODELI ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SREDSTAVA .....                       | 17 |
| 4.1.   | Modeli preventivnog održavanja .....                              | 17 |
| 4.2.   | Modeli korektivnog održavanja.....                                | 18 |
| 5.     | STUDIJA SLUČAJA: MODEL ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA TVRTKE DUKAT ..... | 19 |
| 5.1.   | Vozni park Dukata .....   | 19 |
| 5.2.   | Održavanje teretnih vozila Dukata .....                           | 20 |
| 6.     | ZAKLJUČAK.....  | 24 |
|        | Literatura .....  | 25 |
|        | Popis slika .....   | 26 |
|        | Popis tablica.....  | 27 |
|        | Popis grafikona .....   | 28 |

## 1. Uvod

Proces očuvanja i obnavljanja parametara tehničkog sustava, s ciljem ostvarivanja zadane (tražene) raspoloživosti i pouzdanosti za obavljanje funkcije namjene, naziva se održavanje. Sustav održavanja obuhvaća skup organizacijskih jedinica, njihovih funkcionalnih veza i aktivnosti, koje zajedno djeluju s ciljem održavanja tehničkih sustava.

Sustav održavanja može biti samostalan, gdje je održavanje osnovna djelatnost, primjerice u automehaničarskom obrtu/poduzeću. Također, može biti integrirani dio šireg sustava čija je osnovna djelatnost, na primjer, prodaja teretnih vozila ili pružanje prijevoznih usluga. U tim slučajevima, sustav održavanja predstavlja logističku podršku za obavljanje osnovne djelatnosti.

Održavanje je jedan od ključnih procesa u eksploataciji tehničkog sustava kojim se njegova funkcionalna obilježja:

- čuvaju (ispravno rukovanje i opsluživanje),
- obnavljaju (preventivno održavanje) i
- vraćaju nakon pojave otkaza (korektivno održavanje).

Završni rad „Modeli održavanja cestovnih teretnih vozila“ se sastoji od šest poglavlja:

- Uvod
- Raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava
- Struktura sustava održavanja tehničkih sredstava
- Konceptije i modeli održavanja tehničkih sredstava
- Studija slučaja: Model održavanja voznog parka tvrtke Dukat
- Zaključak

U drugom dijelu rada se govori o raspoloživošću tehničkih sredstava, ističući njihovu sposobnost za rad i pouzdanost. Pojmovi kao operativna raspoloživost, vlastita raspoloživost i dostignuta raspoloživost analiziraju učinkovitost sustava. Pouzdanost se definira kao uspješnost sustava u izvršavanju funkcije bez kvarova unutar prihvatljivih granica. Također se obrađuje funkcija nepouzdanosti, gustoća otkaza i intenzitet otkaza te se razmatraju tri perioda kvarova: česti kvarovi uslijed grešaka, slučajni kvarovi, te kvarovi uslijed starenja sustava.

U trećem poglavlju se opisuju različiti pristupi održavanja tehničkih sustava. Korektivno održavanje fokusira se na identifikaciju i popravak problema i kvarova, te ima za cilj očuvati neprekidnu funkcionalnost sustava. Preventivno održavanje podrazumijeva redovne provjere, zamjene dijelova i servise kako bi se spriječili kvarovi i održala pouzdanost. Održavanje prema stanju temelji se na praćenju i analizi stanja komponenti i sustava kako bi se odredilo kad je potrebno izvršiti održavanje. Ovaj pristup omogućuje identifikaciju problema prije kvara, optimizaciju rasporeda održavanja te povećanje ekonomske učinkovitosti održavanja.

U četvrtom poglavlju se razmatraju dva modela održavanja - preventivno održavanje (prije pojave otkaza) i korektivno održavanje (nakon pojave otkaza). Oba se mogu kombinirati u praksi, primjenjujući preventivno održavanje za neke komponente, a korektivno održavanje za druge. Također se razmatraju različiti modeli održavanja (periodičnost, pravodobnost, adaptivnost, zamjena sredstva, zamjena sklopa, zamjena komponente) te njihova primjena za postizanje ciljeva učinkovitog i pouzdanog rada tehničkih sustava.

Peto poglavlje se odnosi na praktičan dio rada. Ono se sastoji od definiranja voznog parka tvrtke Dukat te njihovim načinima održavanja vozila.

## 2. Raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava

### 2.1. Raspoloživost tehničkih sredstava

Raspoloživost tehničkih sredstava je vjerojatnost da sustav bude u radno sposobnom stanju, odnosno postotak planiranog vremena proizvodnje bez neočekivanih tehničkih poteškoća ili potreba za održavanjem. Ako je, primjerice, raspoloživost 85%, tada znate da je 15% planiranog vremena proizvodnje izgubljeno zbog tehničkih problema koji se mogu riješiti poboljšanjem održavanja i pouzdanosti.[1]

#### 2.1.1. Operativna raspoloživost

Omjer između srednjeg operativnog vremena i ukupnog vremena, poznat kao operativna raspoloživost  $A_o$ , služi kao pokazatelj efektivnosti tehničkog sustava u stvarnom okruženju tijekom eksploatacije i održavanja. Operativna raspoloživost  $A_o$  se izračunava uzimajući u obzir vrijeme provedeno u radu ili korištenju sustava i uspoređuje se s ukupnim vremenom kao što je prikazano izrazima 1 i 2.[2]

$$A_o(t) = \frac{\bar{t}_{ur}}{\bar{t}_{ur} + \bar{t}_{uz}} \quad (1)$$

Gdje je:

- $A_o(t)$  – operativna raspoloživost
- $\bar{t}_{ur}$  – vrijeme u radu
- $\bar{t}_{uz}$  – srednje vrijeme svih zastoja

$$A_o(t) = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \quad (2)$$

Gdje je:

- $A_o(t)$  – operativna raspoloživost
- MTBM (Mean Time Between Maintenance) – srednje vrijeme između održavanja
- MDT (Maintenance Down Time) – vrijeme zastoja

U slučaju kada se vrijeme u radu izražava u kilometrima, a vrijeme u zastoju u radnim satima, što je čest slučaj za prijevozna sredstva poput vozila, uvodi se koeficijent eksploatacije ( $k_e$ ) ili koeficijent intenziteta rada (KI). Taj koeficijent predstavlja broj prijeđenih kilometara u jedinici vremena, bilo da se izražava kao kilometri po satu (km/h) ili kilometri dnevno (km/dan), prema izrazu (3) :



$$A_o(t) = \frac{\bar{t}_{ur}}{\bar{t}_{ur} + k_e \cdot \bar{t}_{uz}} = \frac{MTBM}{MTBM + k_e \cdot MDT} \quad (3)$$

Gdje je:

- $A_o(t)$  – operativna raspoloživost
- $\bar{t}_{ur}$  – vrijeme u radu
- $\bar{t}_{uz}$  – srednje vrijeme svih zastoja
- MTBM (Mean Time Between Maintenance) – srednje vrijeme između održavanja
- MDT (Maintenance Down Time) – vrijeme zastoja
- $k_e$  – koeficijent eksploatacije

### 2.1.2. Vlastita ili inherentna raspoloživost

Vjerojatnost da sustav može obavljati svoju namjenu u bilo kojem trenutku vremena, uzimajući u obzir vrijeme u radu i aktivno vrijeme korektivnog održavanja, predstavlja vlastitu ili inherentnu raspoloživost  $A_i$  (eng. inherent availability). To je pokazatelj koji prikazuje sposobnost uspješnog funkcioniranja sustava u specifičnim uvjetima, kao što su pouzdanost i pogodnost za održavanje. Važno je napomenuti da vlastita ili inherentna raspoloživost ne uzima u obzir logističko i administrativno vrijeme zastoja. Opisana je izrazima (4) i (5). [2]

$$A_i(t) = \frac{\bar{t}_{ur}}{\bar{t}_{ur} + \bar{t}_{ako}} \quad (4)$$

Gdje je :

- $A_i(t)$  – vlastita raspoloživost
- $\bar{t}_{ur}$  – vrijeme u radu
- $\bar{t}_{ako}$  – srednje aktivno vrijeme korektivnog održavanja

$$A_i(t) = \frac{MTBF}{MTBF + \bar{M}_{ct}} \quad (5)$$

Gdje je :

- $A_i(t)$  – vlastita raspoloživost
- MTBF – (Mean Time Between Failure) – srednje vrijeme između otkaza
- $\bar{M}_{ct}$  – srednje vrijeme korektivnog održavanja

### 2.1.3. Dostignuta raspoloživost

Vjerojatnost da će sustav biti spreman za obavljanje svoje funkcije u uvjetima korektivnog i preventivnog održavanja naziva se dostignuta raspoloživost  $A_a$  (eng. achieved availability). Ukupno vrijeme tijekom kojeg je sustav u ispravnom stanju, što uključuje vrijeme u radu i vrijeme kada nije u upotrebi kako je navedeno izrazima (6) i (7), ali je spreman za korištenje, čini osnovu za određivanje razine spremnosti sustava.[2]

$$A_a = \frac{\bar{t}_{ur} + \bar{t}_{nr}}{\bar{t}_{ur} + \bar{t}_{ako} + \bar{t}_{apo}} \quad (6)$$

Gdje je:

- $A_a$  – dostignuta raspoloživost
- $\bar{t}_{apo}$  – srednje aktivno vrijeme preventivnog održavanja
- $\bar{t}_{ur}$  – vrijeme u radu
- $\bar{t}_{ako}$  – srednje aktivno vrijeme korektivnog održavanja
- $\bar{t}_{nr}$  – Slobodno vrijeme tijekom kojega se sustav ne koristi ali je spreman za rad

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} \quad (7)$$

Gdje je:

- $A_a$  – dostignuta raspoloživost
- MTBM (Mean Time Between Maintenance) – srednje vrijeme između održavanja
- $\bar{M}$  – srednje vrijeme održavanja (planiranog i neplaniranog)

## 2.2. Pouzdanost tehničkih sredstava

Pouzdanost (eng. reliability) sustava, označena kao  $R$ , predstavlja vjerojatnost na određenoj razini povjerenja da će sustav uspješno obavljati svoju funkciju namjene, bez otkaza, unutar prihvatljivih granica odstupanja, u predviđenom vijeku trajanja i radnim uvjetima, pod uvjetom da se koristi na propisani način i u skladu s preporučenim radnim uvjetima.

Postoje četiri osnovna elementa pouzdanosti a to su:

- Razina povjerenja odnosi se na vjerojatnost da se stvarna vrijednost određenog parametra kreće unutar deklariranih granica odstupanja. Na primjer, ako je pouzdanost sustava 0,70 s razinom povjerenja od 80%, to znači da postoji 20% rizika da je pouzdanost tog sustava manja od 0,70.
- Funkcija namjene sustava određuje njegovu svrhu i zadatak. Rezultati koje sustav generira na temelju ulaznih podataka moraju biti unutar dopuštenih granica odstupanja. Definiranje funkcije namjene ključno je za analizu pouzdanosti jer također identificira moguće kvarove.
- Deklarirani vijek trajanja predstavlja vremensko razdoblje tijekom kojeg se očekuje da sustav obavlja svoju funkciju namjene. Ova vrijednost je obrnuto proporcionalna pouzdanosti, što znači da veći deklarirani vijek trajanja implicira veću pouzdanost sustava.
- Deklarirani radni uvjeti su specifični uvjeti pod kojima sustav treba obavljati svoju funkciju namjene. To su uvjeti za koje je sustav dizajniran i proizveden, i obuhvaćaju okruženje, temperaturu, vlagu ili druge relevantne parametre.[2]

### 2.2.1. Funkcija pouzdanosti i nepouzdanosti

Funkcija pouzdanosti  $R(t)$  je vjerojatnost da će vrijeme rada bez otkaza  $T$  biti veće od određenog (deklariranog) vremena  $t$  kako je navedeno u izrazima (8) i (9).[2]

$$R(t) = P(T > t) \quad (8)$$

Gdje je :

- $R(t)$  – funkcija pouzdanosti

$$0 \leq R(t) \leq 1 \quad (9)$$

Gdje je:

- $R(t)$  – funkcija pouzdanosti

Vrijednost funkcije pouzdanosti  $R(t)$  u vremenu  $t$ , može se izračunati statistički (analitički) kao omjer broja ispravnih elemenata nakon vremena  $t$  u odnosu na ukupni broj ispitivanih elemenata, temeljem empirijskih (povijesnih) podataka o stanju sustava tijekom određenog perioda eksploatacije kako je opisano izrazom (10):

$$R(t) = \frac{n-m(t)}{n} = 1 - \frac{m(t)}{n} \quad (10)$$

Gdje je:

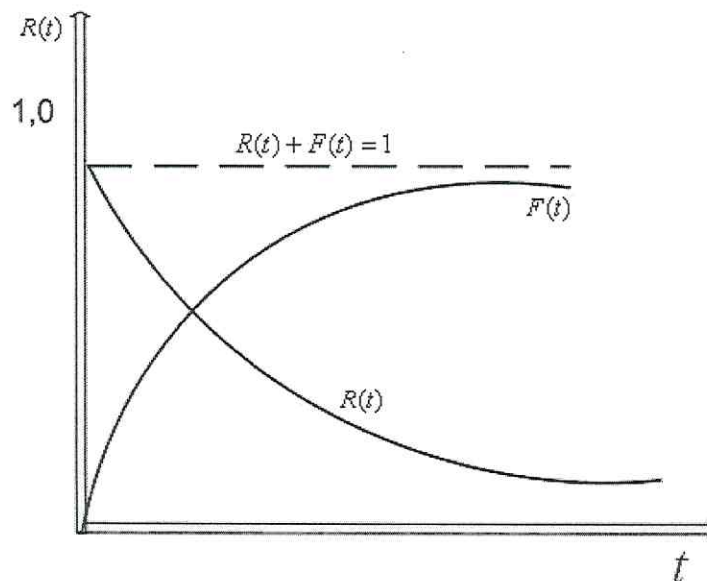
- $R(t)$  – funkcija pouzdanosti
- $n$  = ukupni broj elemenata kojima se ispituje pouzdanost (na početku ispitivanja)
- $m(t)$  = broj elemenata koji su otkazali do vremena  $t$

Funkcija nepouzdanosti  $F(t)$  komplementarna je funkcija pouzdanosti kao što se vidi na slici 1., a predstavlja vjerojatnost da će se otkaz dogoditi do određenog (deklariranog) vremena  $t$ . Slijedom toga, odnos funkcija pouzdanosti i nepouzdanosti može se definirati izrazom (11):

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (11)$$

Gdje je:

- $R(t)$  – funkcija pouzdanosti
- $F(t)$  – funkcija nepouzdanosti



Slika 1. Odnos između funkcije pouzdanosti i funkcije nepouzdanosti

Izvor: [1]

## 2.2.2. Funkcija gustoće otkaza

Funkcija gustoće otkaza  $f(t)$  je funkcija gustoće vjerojatnosti koja pokazuje pojavljivanje slučajnog događaja to jest otkaza u intervalima  $\Delta t$  tijekom promatranog vremena, odnosno gustoća vjerojatnosti bez-otkaznog rada u periodu do prvog otkaza kao što je prikazano u sljedećem izrazu (12):

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{d(1-R(t))}{d(t)} = -\frac{dR(t)}{d(t)} \quad (12)$$

Gdje je:

- $f(t)$  – funkcija gustoće otkaza

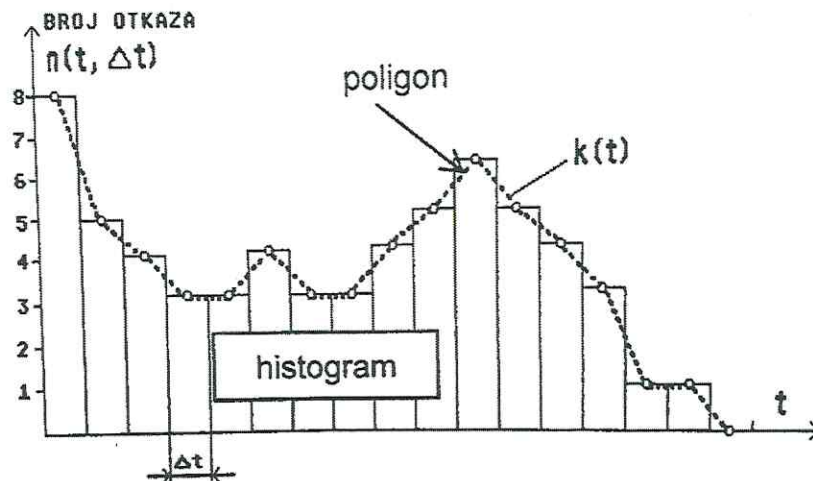
Korištenjem empirijskih (povijesnih) podataka, funkcija gustoće otkaza  $f(t)$  može se izračunati kao omjer broja otkaza u pojedinom intervalu i ukupnog broja ispitivanih elemenata (13):

$$f(t) = \frac{\Delta n(t, \Delta t)}{n \cdot \Delta t} \quad (13)$$

gdje je:

- $f(t)$  – funkcija gustoće otkaza
- $N(\Delta t)$  – broj otkaznih elemenata u intervalu  $\Delta t$  u okolini vremena  $t$ ,
- $n$  – broj promatranih trenutaka kod  $t=0$ ,
- $\Delta t$  – trajanje vremenskog intervala

U svrhu analize pouzdanosti tehničkog sustava, potrebni su podaci o otkazima u određenim vremenskim intervalima  $\Delta t$ , koji se prikupljaju tijekom ispitivanja ili eksploatacije. Ti se podaci statistički obrađuju radi prikaza funkcije gustoće otkaza  $f(t)$  u vidu histograma ili poligona otkaza prikazano slikom 2. [2]:



Slika 2. Histogram funkcije gustoće otkaza

Izvor: [1]

### 2.2.3. Funkcija intenziteta otkaza

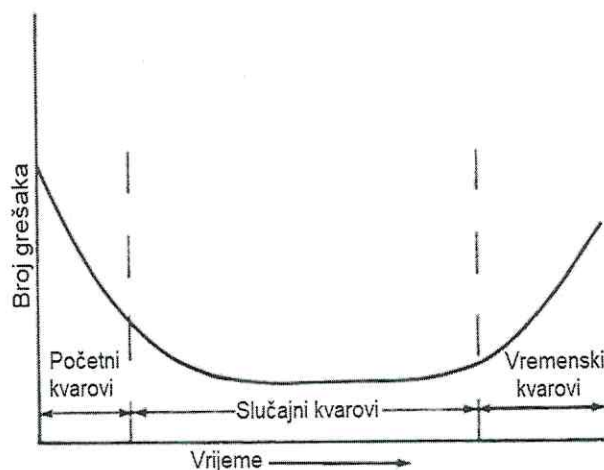
Funkcija intenziteta otkaza  $\lambda(t)$  pokazuje promjenu intenziteta otkaza tijekom životnog vijeka sustava, a predstavlja odnos između funkcije gustoće otkaza  $f(t)$  i funkcije pouzdanosti  $R(t)$ , a izradom histograma prikupljenih povijesnih podataka o otkazima, može se odrediti funkcija intenziteta otkaza kao omjer broja otkaza u pojedinom intervalu  $\Delta t$  u okolini vremena  $t$ , u odnosu na prosječni broj ispravnih elemenata u tom intervalu, kako slijedi (13)[3]:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\Delta n(t, \Delta t)}{n(t) \cdot \Delta t} \quad (13)$$

gdje je

- $\Delta n(t, \Delta t)$  – broj elemenata koji su otkazali u intervalu  $\Delta t$  u okolini vremena  $t$
- $n(t)$  – broj ispravnih elemenata do trenutka  $t$
- $\Delta t$  – širina (trajanje) intervala

Dijagram kade je prikaz intenziteta otkaza (kvarova) tijekom vijeka trajanja pomoću kojeg vidimo kakvi se kvarovi javljaju u kojem vremenskom razdoblju kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Dijagram kade

Izvor: [4]

Prvi period predstavlja područje čestih otkaza. Ovi otkazi najčešće se javljaju uslijed ugrađenih grešaka u procesu projektiranja i proizvodnje.

Drugi period je period slučajnih otkaza. Ovaj period naziva se period normalnog rada sustava. U ovom periodu otkazi se ne mogu predvidjeti. Često su rezultat preopterećenja sustava.

Treći period je period starenja sustava. To su otkazi zbog istrošenosti ili starosti nastali pojavom korozije, uslijed zamora materijala i općenito zbog raznih procesa izazvanih starenjem.[2]

Funkcijske veze između pokazatelja pouzdanosti prikazane su na slici 4.:

| Funkcija | R(t)                          | F(t)                            | f(t)   | l(t)                                 |
|----------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|
| R(t)     | -                             | 1-R(t)                          | $-\frac{dR(t)}{dt}$                            | $-\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt}$   |
| F(t)     | 1-F(t)                        | -                               | $\frac{dF(t)}{dt}$                             | $\frac{1}{1-F(t)} \frac{dF(t)}{dt}$  |
| f(t)     | $\int_r^\infty f(t) dt$       | $\int_0^\infty f(t) dt$         | -  | $\frac{f(t)}{\int_r^\infty f(t) dt}$ |
| l(t)     | $-\int_{e^0}^t \lambda(t) dt$ | $-\int_{1-e^0}^t \lambda(t) dt$ | $\lambda(t) \cdot e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$ | -                                    |

Slika 4. Funkcijske veze između pokazatelja pouzdanosti

Izvor: [2]

### 3. KONCEPCIJE ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SREDSTAVA

Koncepcija održavanja temelji se na određivanju optimalnog vremena izvođenja održavanja aktivnosti, uzimajući u obzir predviđene otkaze. Postoje tri osnovne koncepcije održavanja: preventivno održavanje (aktivnosti se provode prije pojave otkaza), korektivno održavanje (aktivnosti se provode nakon pojave otkaza) i održavanje prema stanju.

Tijekom planiranih aktivnosti preventivnog održavanja može se primijetiti potreba za provođenjem korektivnog održavanja, na primjer, tijekom redovitog servisa vozila moguće je uočiti curenje ispušnog lonca i pristupiti njegovoj zamjeni. Suvremene koncepcije održavanja temelje se na održavanju prema stanju i uključuju definiranje postupaka za procjenu tog stanja te dinamiku njihovog provođenja.[2]

#### 3.1. Korektivno održavanje

Korektivno održavanje tehničkih sustava je proces identifikacije i popravka problema ili kvarova koji se javljaju u tim sustavima. Ovo održavanje obuhvaća brzo reagiranje na prijavljene nedostatke i ispravljanje kvarova kako bi se osigurala neprekidna funkcionalnost sustava. Uključuje praćenje sustava kako bi se otkrili eventualni problemi, dijagnostika kvarova, zamjena oštećenih dijelova te popravak ili obnova sustava.

Cilj korektivnog održavanja je minimizirati prekide u radu sustava, smanjiti troškove nastalih zbog kvarova i osigurati sigurno i pouzdano funkcioniranje tehničkih sustava. Tim stručnjaka obično je odgovoran za provedbu korektivnog održavanja, a koristi se dokumentacija o sustavima, rezervni dijelovi i alati potrebni za izvršavanje popravaka. Ovaj oblik održavanja se provodi nakon što se javi kvar. [5]

Korektivno održavanje je vrsta održavanja kod koje se tehnički sustav vraća u radno sposobno stanje nakon otkaza. Tipične aktivnosti korektivnog održavanja su:

- uočavanje otkaza,
- lociranje otkaza,
- odvajanje i rastavljanje otkazale komponente,
- popravak ili zamjena komponente,
- ugradnja ispravne komponente,
- testiranje, provjera.



Korektivno održavanje se primjenjuje na komponente koje, u slučaju otkaza, ne utječu na sigurnost ili neće uzrokovati značajne gubitke zbog neplaniranih zastoja. U takvim slučajevima, važno je da postoji signalizacija otkaza, te da otkaz ne pokreće otkazivanje ili oštećenje drugih komponenti. Kada je komponenta ključna za sigurnost, pouzdanost se održava putem redundancije.[2]

U korektivnom održavanju vozila, mogu se održavati i popravljati različiti dijelovi i komponente. Evo nekoliko primjera:

- **Motor:** Korektivno održavanje motora može uključivati popravke ili zamjene dijelova motora, kao što su brtve, remenice, i drugi dijelovi koji su povezani s radom motora.
- **Mjenjač:** Kod mjenjača, korektivno održavanje može uključivati zamjenu spojke, popravak ili zamjenu zupčanika, ležajeva ili drugih dijelova koji su odgovorni za ispravan rad mjenjača.
- **Kočnice:** Korektivno održavanje kočnica može uključivati zamjenu kočionih diskova, provjeru i zamjenu kočionih crijeva ili zamjenu kočionih cilindara.
- **Ovjes:** Održavanje ovjesa može uključivati zamjenu amortizera, opruga, kugličnih zglobova, stabilizatora ili drugih dijelova ovjesa koji utječu na udobnost i upravljivost vozila.
- **Električni sustav:** Korektivno održavanje električnog sustava može uključivati popravak ili zamjenu akumulatora, alternatora, paljenja, instalacija svjetala, senzora ili drugih električnih komponenti.

### **3.2. Preventivno održavanje**

Preventivno održavanje tehničkih sustava je sustavni pristup održavanju koji se temelji na redovitim provjerama, servisima i zamjenama dijelova kako bi se spriječili kvarovi i održala pouzdanost sustava. Uključuje sljedeće:

- Redovite provjere i pregledi komponenti i sustava kako bi se identificirali potencijalni problemi i nedostaci prije nego što prouzroče ozbiljne kvarove.
- Planirano i unaprijed određeno raspored zamjene ili obnove dijelova, često temeljen na preporukama proizvođača i pređenoj radnoj ili vremenskoj kilometraži.
- Održavanje optimalnih razina tekućina, ulja, filtera i drugih potrošnih materijala kako bi se osiguralo ispravno funkcioniranje sustava.
- Podešavanje i prilagodba parametara sustava kako bi se osiguralo optimalno performanse i sprječavanje pogoršanja tijekom vremena.

- Preventivno čišćenje i uklanjanje nakupljenih nečistoća kako bi se očuvala funkcionalnost i produžio vijek trajanja komponenti.
- Redovito podmazivanje pokretnih dijelova kako bi se smanjilo trenje, habanje i rizik od kvarova.
- Evidentiranje povijesti održavanja, uključujući izvršene aktivnosti, zamjene i promjene kako bi se pratio i analizirao status i učinkovitost sustava te planiralo buduće održavanje.

Preventivno održavanje tehničkih sustava ima cilj održavanje njihove pouzdanosti, produžavanje radnog vijeka i sprječavanje nepotrebnih kvarova koji mogu uzrokovati prekide u radu i financijske gubitke. [6]

Preventivno održavanje je metoda održavanja koja se temelji na planiranom izvršavanju aktivnosti prije nego što dođe do otkaza, s ciljem održavanja tehničkog sredstva ili njegovih komponenti u radno sposobnom stanju. Tipične aktivnosti preventivnog održavanja uključuju:

- Demontažu i rastavljanje komponenti radi provjere i pregleda.
- Popravak ili zamjenu unaprijed određenih komponenti.
- Sastavljanje i ugradnju komponenata natrag u sustav.
- Testiranje i provjeru funkcionalnosti komponenata ili sustava.

Preventivno održavanje se primjenjuje na komponente kod kojih postoji jaka veza između njihove istrošenosti i radnog vijeka, koji se može mjeriti vremenom rada ili prijeđenim kilometrima, kao što je slučaj s vozilima.

Komponente koje imaju značajan utjecaj na sigurnost i koje mogu uzrokovati otkaz drugih komponenti ili čitavog sustava redovito se podvrgavaju preventivnom održavanju. Primjer takvih komponenata su zupčasti remen ili razvodni lanac motora.[2]

### **3.3. Održavanje prema stanju**

Održavanje prema stanju tehničkih sustava je pristup održavanju koji se temelji na praćenju i analizi stanja komponenti i sustava kako bi se odredilo kada je potrebno izvršiti održavanje. U nastavku su opisane ključne karakteristike održavanja prema stanju:

- Redovito praćenje stanja komponenata i sustava putem senzora, mjernih uređaja ili drugih tehnika za prikupljanje podataka.
- Analiza prikupljenih podataka o stanju kako bi se identificirali potencijalni nedostaci, abnormalnosti ili znakovi skorog kvara.

- Utvrđivanje pragova ili kriterija stanja koji ukazuju na potrebu za održavanjem, kao što su granice tolerancije ili vrijednosti koje prelaze prihvatljive parametre.
- Planiranje i izvršavanje održavanja temeljenog na analizi stanja, što može uključivati zamjenu dijelova, podešavanje parametara ili druge intervencije.
- Korištenje naprednih tehnologija kao što su umjetna inteligencija, strojno učenje ili analitika podataka za bolju interpretaciju podataka o stanju i predviđanje kvarova.
- Smanjenje vremena zastoja i povećanje raspoloživosti sustava kroz pravovremeno održavanje temeljeno na stvarnom stanju.
- Kontinuirano praćenje stanja i prilagodba održavanja kako bi se osigurala optimalna performansa, produžio vijek trajanja komponenti i smanjili ukupni troškovi održavanja.

Održavanje prema stanju tehničkih sustava omogućava, identifikaciju problema prije nego što dođe do kvara i optimizaciju rasporeda održavanja na temelju stvarnih potreba sustava. Ovim načinom održavanja povećava se ekonomičnost održavanja.[7]

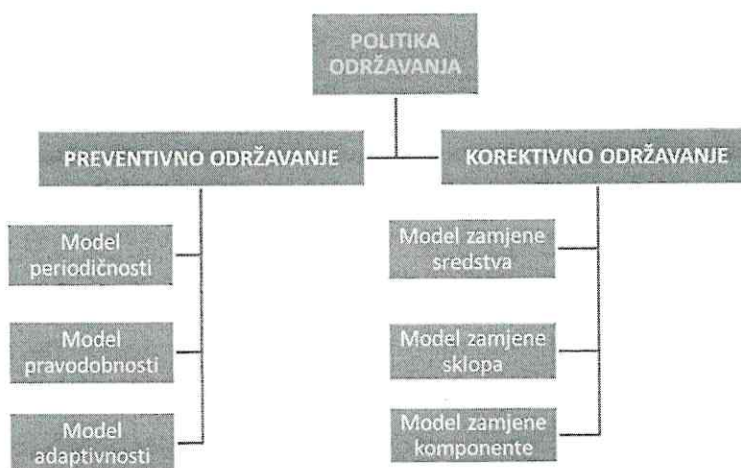
Neke od suvremenih koncepcija održavanja koje se zasnivaju na održavanju prema stanju su:

- CBM, eng. Condition Based Maintenance, održavanje prema stvarnom stanju tehničkog sredstva. CBM je pristup održavanju koji se temelji na praćenju stanja tehničkih sredstava kako bi se održavanje izvršilo u optimalnom trenutku. Umjesto redovitih ili vremenski određenih aktivnosti održavanja, CBM se oslanja na praćenje parametara kao što su vibracije, temperature, tlak ili druge relevantne pokazatelje stanja. CBM koristi senzore, instrumentaciju i sustave za praćenje kako bi se neprekidno prikupljali podaci o stanju tehničkih sredstava. Ti podaci se zatim analiziraju kako bi se identificirali potencijalni kvarovi ili abnormalnosti. Cilj CBM-a je optimizirati resurse i smanjiti troškove održavanja tako što se održavanje provodi samo kada je to zaista potrebno, na temelju stvarnog stanja opreme. [8]
- Reliability Centered Maintenance (RCM) je sustavni pristup održavanju koji se fokusira na osiguravanje pouzdanosti sustava i sprječavanje neželjenih kvarova. RCM se temelji na analizi funkcija, mogućih kvarova i posljedica kvarova na sustav. Glavni cilj RCM-a je identificirati najvažnije sustavne funkcije i komponente te odrediti najučinkovitije strategije održavanja za postizanje optimalne pouzdanosti. RCM koristi analitičke metode i tehniku za određivanje optimalnog vremena i vrste održavanja za svaku komponentu ili sustav. Osnovni koraci u RCM-u uključuju identifikaciju funkcija sustava, analizu mogućih kvarova, određivanje posljedica kvarova, i donošenje odluka o optimalnim aktivnostima održavanja. [9]

- Root Cause Analysis Maintenance (RCAM) je pristup održavanju koji se koristi za identifikaciju i uklanjanje korijenskih uzroka problema u tehničkim sustavima. Ovaj pristup fokusira se na pronalaženje temeljnog uzroka problema umjesto samo rješavanja simptoma. RCAM uključuje korake kao što su identifikacija problema, prikupljanje podataka, analiza korijenskog uzroka, izrada akcijskog plana i praćenje i provjera. Cilj RCAM-a je postići pouzdanost i poboljšati performanse tehničkih sustava identificiranjem i rješavanjem korijenskih uzroka problema. RCAM pomaže smanjiti broj neplaniranih kvarova, povećati raspoloživost sustava i optimizirati održavanje. [10]
- TARAN, eng. Test And Replace As Necessary, primjenjuje se u zrakoplovstvu. Na stajanci ili u hangaru ispituju se parametri pojedinih sklopova/sustava zrakoplova i zamjenjuju po potrebi.[2]
- Terotehnologija je interdisciplinarno područje koje se bavi proučavanjem teorije i primjene tehnologije u svrhu održavanja tehničkih sustava. Ova disciplina obuhvaća različite aspekte održavanja, uključujući upravljanje resursima, planiranje održavanja, optimizaciju procesa, analizu pouzdanosti i dijagnostiku kvarova. Terotehnologija ima za cilj poboljšati učinkovitost održavanja, smanjiti troškove, produžiti vijek trajanja tehničkih sredstava i osigurati njihovu pouzdanu operativnost. Uz to, terotehnologija koristi napredne tehnike, alate i metode poput prognostičke dijagnostike, analize podataka i umjetne inteligencije kako bi unaprijedila procese održavanja i donijela informirane odluke. [11]
- Integral Logistic Support (ILS) je koncept koji se primjenjuje u području održavanja tehničkih sustava i odnosi se na sveobuhvatnu podršku koja je potrebna tijekom cijelog životnog ciklusa sustava. ILS uključuje planiranje, razvoj, implementaciju i upravljanje logističkim aktivnostima kako bi se osigurala maksimalna raspoloživost, pouzdanost i učinkovitost sustava. To obuhvaća nabavku i upravljanje rezervnim dijelovima, održavanje, obuku korisnika, upravljanje dokumentacijom i tehničkom podrškom. Cilj ILS-a je osigurati optimalno funkcioniranje sustava uz minimalne prekide i troškove te zadovoljiti zahtjeve korisnika u pogledu performansi i dostupnosti sustava. [12]

## 4. MODELI ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SREDSTAVA

Politika održavanja se odnosi na konkretan način primjene usvojene koncepcije održavanja u stvarnoj praksi. Ona obuhvaća odabir odgovarajućih modela održavanja, što je prikazano na slici 5., kako bi se osigurala efikasnost i optimalna izvedba tehničkih sustava. [2]



Slika 5. Prikaz modela pojedinih održavanja

Izvor: [2]

### 4.1. Modeli preventivnog održavanja

Model periodičnosti se primjenjuje na tehničke sustave u kojima se očekuje sličan intenzitet otkaza komponenti ( $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 \approx \lambda$ ) i koji nisu opremljeni dijagnostičkom opremom. Zamjena komponenti se provodi periodički, na temelju određenog vremena rada ili broja prijeđenih kilometara u slučaju vozila. Osim zamjene, indikativne aktivnosti korektivnog održavanja se također provode prema potrebi.

Model pravodobnosti se koristi za tehnička sredstva u kojima intenzitet otkaza komponenti varira ( $\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq \lambda$ ) i uključuje korištenje dijagnostičke opreme. Održavanje se provodi u češćim intervalima u usporedbi s prethodnim modelom, pri čemu se fokus stavlja na preventivno održavanje, a ne provođenje korektivnih aktivnosti.

Model adaptivnosti se koristi za tehničke sustave u kojima intenzitet otkaza komponenti ( $\lambda$ ) varira, ali je predvidiv, te su sustavi prilagođeni upotrebi dijagnostičke opreme za ključne parametre. Održavanje se provodi periodički, pri čemu se aktivnosti održavanja prilagođavaju stvarnom stanju tehničkog sustava i njegovih komponenti. Ovaj pristup poznat je kao održavanje prema stanju.[2]

## 4.2. Modeli korektivnog održavanja

Model zamjene sredstva koristi se za tehnička sredstva s velikim brojem komponenti ili s malom dostupnošću za održavanje. Nije potrebna visoka razina stručnosti osoblja ili sofisticirana oprema. Ovaj pristup je prikladan za terenske uvjete održavanja, uz potrebu za adekvatnim brojem rezervnih tehničkih sredstava za zamjenu.

Model zamjene sklopa se temelji na zamjeni pojedinih funkcionalnih dijelova ili sklopova komponenti tehničkog sustava. Zamjena omogućuje brzo vraćanje operativnosti jer je vrijeme potrebno za zamjenu kraće od vremena potrebnog za popravak. Održavanje putem zamjene obično je jeftinije od popravka, ali zahtijeva stručno osposobljeno osoblje koje ima znanje o funkciji i konstrukciji tehničkog sustava te sposobnost detektiranja kvarova i utvrđivanja uzroka.

Model zamjene komponente se koristi za održavanje složenih tehničkih sustava putem zamjene pojedinih komponenti, što zahtijeva visoku razinu stručne osposobljenosti osoblja i korištenje složene opreme. Zamjena komponenti ima za posljedicu duže vrijeme potrebno za održavanje, što može smanjiti raspoloživost tehničkog sustava.

U praksi se primjenjuju različiti modeli održavanja i njihove kombinacije s ciljem ostvarenja sljedećih ciljeva: smanjiti troškove životnog vijeka tehničkog sustava kroz racionalizaciju održavanja. Učinkovito povezati održavanje i pouzdanost kako bi se osigurala optimalna operativna sposobnost sustava. Identificirati i otkloniti uzroke kvarova kako bi se smanjila vjerojatnost neuspjeha. Preventivno djelovati radi sprječavanja katastrofalnih otkaza. Optimizirati i koordinirati procese eksploatacije i održavanja radi maksimiziranja učinkovitosti sustava.[2]

## 5. STUDIJA SLUČAJA: MODEL ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA TVRTKE DUKAT

### 5.1. Vozni park Dukata

Teretna vozila:

- Kamioni za preuzimanje i prijevoz mlijeka (8 aktivnih i 2 rezervna kamiona)
- Prikolice za prijevoz mlijeka (5 prikolica)

Teritorijalno:

- Zagreb - 2 kamiona i 2 prikolice (1 rezervni kamion),
- Bjelovar - 6 kamiona i 3 prikolica (1 rezervni kamion)

Prosječno vrijeme korištenja kamiona je 17 sati (od 1 do 3 ture dnevno, 27 vozača). Kamioni prosječno rade 6205 h/god, od toga je rad motora 4745 sati, a rad pumpe 1460 sati.

Dukatove cisterne su troosovinske 6X2, to je Idealna kombinacija za standardne rute prikupljanja mlijeka s pristupom manjim farmama, opremljeno sa spremnikom od 15 000 L. Maksimalna bruto težina je 26T, a na standardno opremljenom kamionu s pumpom, s mjerачem protoka i uzorkivačem, težina praznog kamiona s cisternom je 11,5-12,5T. Koristi se u kombinaciji s prikolicom s 2 osovine (10T nosivosti) maksimalna ukupna težina kombinacije 40T. Koristi se za dobre i umjerene cestovne uvjete, ima jednu pogonsku osovinu i jednu podiznu (vučnu na stražnji kraj), s potrošnjom goriva 28-34 l/100 km. U kombinaciji s gorivom za prikolice potrošnja će porasti za oko 2-2,5 l/100km. Te mogu smjestiti 15000 litara mlijeka.

Prema podacima tvrtke, troškovi održavanja Dukatovih kamiona, iskazani kao prosječni trošak po kilometru, iznosili su 11 do 12 €/km, odnosno 11.000 €/god u 2020. godini.

Na tablici 1. prikazani su osnovni podaci o prikolicama od Dukata koji sadrže registarsku oznaku prikolice, marku prikolice i godinu proizvodnje prikolice.

**Tablica 1.** Prikaz prikolica

| prikolice |            |                |       |
|-----------|------------|----------------|-------|
| 1         | ZG 4124 IJ | Schwarte       | 2021. |
| 2         | DJ 562 BL  | ASCA prikolica | 2009. |
| 3         | DJ 537 BL  | W.A.M. Sianow  | 2010. |
| 4         | DJ 648 BI  | W.A.M. Sianow  | 2011. |
| 5         | DJ 649 BI  | W.A.M. Sianow  | 2011. |

Na tablici 2. Prikazani su osnovni podaci o kamionima od Dukata koji sadrže registarsku oznaku kamiona, marku kamiona, godinu proizvodnje kamiona i snagu kamiona u kilovatima.

**Tablica 2.** Prikaz kamiona

| kamioni |            |                |             |          |
|---------|------------|----------------|-------------|----------|
| r.br    | Reg. Ozn.  | Marka/tip      | god. proiz. | Snaga KW |
| 1       | DJ 698 BL  | MAN 26.363 tg  | 2002        | 265      |
| 2       | ZG 8172 HM | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 3       | ZG 8173 HM | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 4       | ZG 8174 HM | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 5       | ZG 7394 HM | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 6       | ZG 7395 HM | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 7       | ZG 2030 IF | MAN 26.430 tgs | 2019        | 316      |
| 8       | DJ 801 BN  | MAN 26.360 tgs | 2013        | 265      |
| 9       | ZG 9829FR  | VOLVO FMX 370  | 2016        | 277      |
| 10      | ZG 3690 FL | VOLVO FMX 370  | 2015        | 277      |

## 5.2. Održavanje teretnih vozila Dukata

Dukat spada pod vlasništvo Lactalis grupe, a B.P.A.C. AUTO d.o.o. upravlja flotom vozila Lactalis Grupe. Kao dio svojih poslovnih djelatnosti, društvo B.P.A.C. AUTO daje na korištenje osobna i teretna vozila društvima koja pripadaju Lactalis Grupi i pružateljima usluga za Lactalis Grupu. Što znači da je B.P.A.C AUTO zadužen za održavanje teretnih vozila Dukata.

Preventivna održavanja koja se provode za Dukatove kamione se sastoje od sljedećih radnji:

- Promjena ulja u motoru, podmazivanje
- Promjena ulja u mjenjaču
- Zamjena filtera
- Tehnički pregled
- Gume (kontrola pritiska i trošenja)
- Kontrola ispravnosti mjenjača



Korektivna održavanja koja se provode za Dukatove kamione se sastoji od popravka i zamjene sljedećih dijelova kamiona:

- Električna vozila
- Suspenzija
- Upravljanje
- Kočnice
- Gume
- Motor, turbo, ubrizgavanje
- Mjenjač, prijenos
- Poslovna oprema (sustav za preuzimanje mlijeka i oprema za bežični prijenos podataka o količinama preuzetog mlijeka)

Redovna odnosno preventivna održavanja se provode nakon 40000 prijeđenih kilometara. Tijekom svakog preventivnog održavanja se mijenjaju: motorno ulje, filter ulja, filter zraka, filter goriva, filter separatora goriva, filter kabine, filter isušivača. Svakih 240000 kilometara se mijenja ulje u mjenjaču i ulje u diferencijalu. Nakon 420000 kilometara se u razvodu mijenjaju dva remena, dva natezača i rolica, a u kvačilu zadnji semering radilice, ležaj u zamašnjaku, bruse se zamašnjaci, mijenja se set kvačila (lamela, korpa, potisni ležaj) i vilica kvačila. Servisni intervali relativno su kratki zato što motor kamiona radi ne samo u vožnji, nego i kada radi pumpa za uzimanje mlijeka, kada se kamion ne kreće. Također razlog zbog kojeg se češće provode preventivna održavanja je to što se kamioni kreću po teškom terenu kako bi došli do farmi i preuzeli mlijeko.

Korektivna održavanja se provode kada otkáže neki dio koji neće prouzročiti veće posljedice i kvarove u ostalim dijelovima tehničkog sredstva. U B.P.A.C AUTO čak 30% troškova kod korektivnog održavanja odlazi na mijenjanje guma.

Primjer korektivnih i preventivnih održavanja te njihovih troškova za jedan Dukatov kamion tijekom jedne godine su prikazani na tablici 3.

**Tablica 3.** Korektivna i preventivna održavanja te njihovi troškovi

|                                      |         |    |
|--------------------------------------|---------|----|
| Promjena ulja u motoru, podmazivanja | 1.200 € | P1 |
| Promjena ulja u mjenjaču             | 50 €    | P2 |
| Filteri                              | 400 €   | P3 |
| Tehnički pregled i registracija      | 1.500 € | P4 |
| Gume (kontrola pritiska i trošenja)  | 50 €    | P5 |
| Elektrika vozila                     | 150 €   | C1 |
| Suspenzija                           | 200 €   | C2 |
| Upravljanje                          | 150 €   | C3 |
| Kočnica                              | 300 €   | C4 |
| Gume                                 | 3.000 € | C5 |
| Motor/Turbo/Ubrizgavanje             | 180 €   | C6 |
| Mjenjač/prijenos                     | 200 €   | C7 |
| Poslovna oprema                      | 970 €   | C8 |
| Sudari                               | 500 €   | C9 |

Iz navedenih podataka vidljivo je da su najveći troškovi prisutni kod zamjene guma, nakon njih kod tehničkih pregleda i registracije, te kod promjene ulja u motoru i podmazivanja kao što je vidljivo na grafikonu 1.



**Grafikon 1.** Raspodjela troškova održavanja kamiona

Izuzev jednog kamiona koji je proizveden 2002. godine prosječna starost kamiona je pet godina, što utječe na troškove korektivnog održavanja, jer da je starost voznog parka veća korektivni troškovi bi se također povećali.

Također je bitno napomenuti da vozači kamiona također mogu djelomično utjecati na vremenski vijek trajanja: lamele, kvačila, mjenjača, kočnice, pogonskog sklopa, itd. Ovisno o tome koliko paze tijekom vožnje.

B.P.A.C AUTO se uglavnom koristi „Just In Time“ zalihama jer su joj opskrbljivači dijelova blizu i redovni sa isporukom, te joj je vozni park raznovrstan stoga bi bilo preskupo držati sve dijelove na zalihama.

## 6. ZAKLJUČAK

Raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava ključni su faktori u osiguravanju kontinuiranog i učinkovitog rada organizacije. Tehnička sredstva koja su lako dostupna i pouzdana omogućuju smanjenje vremena zastoja i povećanje produktivnosti.

Struktura sustava održavanja tehničkih sredstava igra važnu ulogu u očuvanju njihove funkcionalnosti i produženju životnog vijeka. Organizacije trebaju razviti jasnu strukturu održavanja koja uključuje planiranje, nadzor i izvršavanje potrebnih aktivnosti održavanja.

Koncepti i modeli održavanja tehničkih sredstava pružaju smjernice i strategije za upravljanje održavanjem. Odabir odgovarajuće koncepcije ili modela ovisi o karakteristikama tehničkih sredstava, njihovoj važnosti za organizaciju i dostupnim resursima.

U studiji slučaja o modelu održavanja voznog parka tvrtke Dukat, preventivno održavanje se obavlja na manjoj pređenoj kilometraži vozila jer je broj radnih sati velik. Korektivno održavanje je potrebno kada se dogode neočekivani otkazi dijelova koji ne utječu na sigurnost ostalih dijelova vozila.

Zaključak studije slučaja sugerira da je model održavanja voznog parka tvrtke Dukat uspješan u održavanju i upravljanju njihovim vozilima. Ovaj model kombinira preventivno održavanje, redovite provjere i nadzor, te brzo reagiranje na kvarove kako bi se osigurali minimalni prekidi u radu vozila i optimalna raspoloživost za operativne potrebe tvrtke.

Raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava u tvrtki Dukat su visoke zahvaljujući dobro strukturiranom sustavu održavanja i primjeni odgovarajuće koncepcije održavanja. To je rezultiralo smanjenjem troškova popravaka, povećanjem produktivnosti i poboljšanom iskustvu korisnika.

U konačnici, organizacije trebaju pažljivo razmotriti raspoloživost i pouzdanost tehničkih sredstava, strukturu sustava održavanja i primjenu odgovarajućih koncepcija i modela kako bi osigurale optimalno funkcioniranje svojih tehničkih sredstava. Studije slučaja poput one tvrtke Dukat mogu pružiti korisne smjernice i primjere dobre prakse za druge organizacije koje žele poboljšati svoje sustave održavanja.

## Literatura

- [1] Evocon. How to Track and Improve Technical Availability? Preuzeto s: <https://evocon.com/articles/how-to-track-technical-availability/> [Pristupljeno: 15. lipnja. 2023.]
- [2] Stanković R.: Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2023.
- [3] Blanchard S. B. *Logistics Engineering Management*. Edinburgh Gate, Harlow. Pearson Education Limited, 2014.
- [4] Crnko L. Primjena računalnog vida u prediktivnom održavanju. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2019. Preuzeto s: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fsb%3A5072/datastream/PDF/view> [Pristupljeno: 24. lipnja. 2023]
- [5] Deighton Guy M. *Facility Integrity Management*. Cambridge: Gulf Professional Publishing; 2016. pp. 87-139.
- [6] MaintainX. What Is Preventive Maintenance? The Beginner's Guide to Running PMs Preuzeto s: <https://www.getmaintainx.com/blog/what-is-preventative-maintenance/> [Pristupljeno: 29. lipnja 2023.]
- [7] fiixsoftware. Condition based maintenance. Preuzeto s: [https://www.fiixsoftware.com/maintenance-strategies/condition-based-maintenance/#:~:text=Condition%2Dbased%20maintenance%20\(CBM\),decreasing%20performance%20or%20upcoming%20failure.](https://www.fiixsoftware.com/maintenance-strategies/condition-based-maintenance/#:~:text=Condition%2Dbased%20maintenance%20(CBM),decreasing%20performance%20or%20upcoming%20failure.) [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [8] Trout J. Condition-based Maintenance: A Complete Guide. Preuzeto s: [https://www.reliableplant.com/condition-based-maintenance-31823\\_](https://www.reliableplant.com/condition-based-maintenance-31823_) [Pristupljeno: 30. lipnja 2023.]
- [9] MaintainX. What Is Reliability-Centered Maintenance? Preuzeto s: <https://www.getmaintainx.com/learning-center/reliability-centered-maintenance/> [Pristupljeno: 4.7.2023.]
- [10] FTMaintenance. What is Root Cause Analysis? Preuzeto s: <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-root-cause-analysis/> [Pristupljeno: 4.7.2023.]
- [11] File T. W. *Manufacturing Engineer's Reference Book*. Butterworth-Heinemann; 1993. Book
- [12] CSMI. What Is Integrated Logistics Support. Preuzeto s: <https://csmi.com/what-is-integrated-logistics-support/> [Pristupljeno: 10.7.2023.]

## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| <b>Slika 1.</b> Odnos između funkcije pouzdanosti i funkcije nepouzdanosti ..... | 8  |
| <b>Slika 2.</b> Histogram funkcije gustoće otkaza.....                           | 10 |
| <b>Slika 3.</b> Dijagram kade .....  | 11 |
| <b>Slika 4.</b> Funkcijske veze između pokazatelja pouzdanosti .....             | 11 |
| <b>Slika 5.</b> Prikaz modela pojedinih održavanja.....                          | 17 |

## Popis tablica

|   |    |
|---|----|
| <b>Tablica 1.</b> Prikaz prikolica .....  | 19 |
| <b>Tablica 2.</b> Prikaz kamiona .....  | 20 |
| <b>Tablica 3.</b> Korektivna i preventivna održavanja te njihovi troškovi ..... | 21 |

## **Popis grafikona**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Grafikon 1. Raspodjela troškova održavanja kamiona .....</b> | <b>22</b> |
|---|-----------|



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Završni rad

*(vrsta rada)*

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Modeli održavanja cestovnih teretnih vozila, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 28.8.2023.

Ivan Milić Milić  
(ime i prezime, potpis)