Utjecaj održavanja na efektivnost tehničkog sustava osobnog automobila

Ivić, Franjo

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:724485

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

NASLOV ZAVRŠNOG RADA

UTJECAJ ODRŽAVANJA NA EFEKTIVNOST TEHNIČKOG SUSTAVA OSOBNOG AUTOMOBILA

Predmet:	TEHNIČKA LOGISTIKA	
Predmetni nastavnik:	doc.dr.sc. Damir Budimir	
Student:	Franjo Ivić	JMBAG: 0135236427

Zagreb, travanj 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 3. travnja 2018.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Tehnička logistika**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4663

Pristupnik: **Franjo Ivić (0135236427)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Utjecaj održavanja na efektivnost tehničkog sustava** osobnog automo

Opis zadatka:

Opisati tehničke značajke osobnog vozila koje će se promatrati u procesu održavanja. Na primjeru osobnog automobila pratiti te analizirati efikasnost i efektivnost održavanja, a temeljem varijacije u održavanju prikazati približne vrijednosti povećanja efikasnosti i efektivnosti koje je moguće primjerenim održavanjem postići.

Mentor:

Doc. dr. sc. Damir Budimir

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SAŽETAK:

Ideja i potreba održavanja cestovnih vozila i svih ostalih tehničkih sustava, nastala je uz sam razvoj vozila i ostalih tehničkih sustava te kroz određen period tijekom eksploatacije pokazalo se kako je održavanje ključan zahvat kako bi vozila mogla što efektivnije i efikasnije obavljati funkcije koje su im namijenjene. Na održavanje tehničkog sustava utječu razni čimbenici, posebice je istaknuta velika uloga u sustavu održavanja koju ima ljudski čimbenik. Osoblje mora biti stručno i sposobno za svoje područje rada, kako bi održavanje bilo učinkovito. Samo uz pravovremenu i pravilnu analizu i održavanje radnih performansi i drugih tehničkih parametara, prema uputama proizvođača, kao i zamjena pojedinih dijelova, produžava se vijek eksploatacije cestovnih motornih vozila koja u konačnici imaju za cilj financijsku isplativost.

KLJUČNE RIJEČI: Tehnički sustavi, osobni automobil, održavanje, efektivnost, efikasnost, eksploatacija

SUMMARY:

The idea and need for maintenance of road vehicles and all other technical systems arose with the development of vehicles and other technical systems and over a period of operation proved that maintenance is a key intervention so that vehicles can perform their intended functions as effectively and efficiently as possible. The maintenance of the technical system is influenced by various factors, especially the great role in the maintenance system played by the human factor. Staff must be professional and capable of their area of work in order for maintenance to be effective. Only with timely and proper analysis and maintenance of performance and other technical parameters, according to the manufacturer's instructions, as well as the replacement of individual parts, the service life of road motor vehicles is extended, which ultimately aims at financial profitability.

KEY WORDS: Technical systems, personal vehicle, maintenance, effectiveness, efficiency, exploitation

SADRŽAJ

1 UVOD 1

2 TEHNIČKI SUSTAV OSOBNOG AUTOMOBILA 2

2.1 TROŠKOVI KOD EKSPLOATACIJE TEHNIČKOG SUSTAVA AUTOMOBILA 4

3 ODRŽAVANJE TEHNIČKOG SUSTAVA OSOBNOG AUTOMOBILA 7

3.1 KOREKTIVNO ODRŽAVANJE 9

3.2 PREVENTIVNO ODRŽAVANJE 10

3.3 ODRŽAVANJE PREMA STANJU 12

3.4 SUSTAVI ODRŽAVANJA 14

3.5 RAZINE ODRŽAVANJA 16

4 UTJECAJNI ČIMBENICI NA EFEKTIVNOST TEHNIČKOG SUSTAVA 20

4.1 EFEKTIVNOST TEHNIČKIH SUSTAVA 22

4.2 UTJECAJ ODRŽAVANJA NA EFEKTIVNOST TEHNIČKOG SUSTAVA 24

5 IZRAČUN EFEKTIVNOSTI U PROCESU EKSPLOATACIJE OSOBNOG AUTOMOBILA 26

5.1 POUZDANOST AUTOMOBILA 31

5.2 ANALIZA REZULTATA 39

6 ZAKLJUČAK 42

LITERATURA 43

POPIS SLIKA 44

POPIS TABLICA 45

POPIS GRAFIKONA 46

1 UVOD

U ovom završnom radu biti će prikazan utjecaj održavanja na efektivnost tehničkog sustava koji je u ovom slučaju osobni automobil. Opisati će se tehničke značajke osobnog vozila koje će se promatrati u procesu održavanja. Na primjeru osobnog automobila pratiti će se i analizirati efikasnost i efektivnost održavanja, a temeljem varijacije u održavanju prikazati približne vrijednosti povećanja efikasnosti i efektivnosti koje je moguće primjerenim održavanjem postići.

Svijet je u dvadeset i prvom stoljeću vrlo složen u mnogim područjima kao što su društveni, politički, ekonomski, tehnološki i tako dalje. Ta složenost se pojavljuje u mnogim proizvodima i sustavima koji se proizvode i koriste. Očekivanja kupaca tehničkih sustava s obzirom na zahtjev da izvode svoje namijenjene funkcije (prema percepciji pouzdanost) obično su visoka i s vremenom će biti sve viša.

Svakodnevnim razvijanjem tehnologije razvijaju se i transportna sredstva s potrebom za nizom funkcija za koje su namijenjena. Današnji stupanj razvoja cestovnih motornih vozila karakterizira proizvodnja vrlo širokog spektra različitih vrsta, tipova i kategorija vozila. Iste te proizvodne karakteristike imaju određen vijek trajanja. Na vijek trajanja cestovnog vozila utječu mnogi čimbenici (tehnički, ekonomski, eksploatacijski) te se javlja potreba za održavanjem vozila kako bi kroz što dulji radni vijek ona mogla obavljati svoju funkciju namjene. Na razvoj održavanja u novije vrijeme znatno utječu sve složeniji sustavi koji su nastali uvođenjem računala za upravljanje procesima rada. Uvođenje računala u procese održavanja prisutno je u sve većoj mjeri te je današnje održavanje gotovo nezamislivo bez masovne upotrebe računala u održavanju kao dijagnostički alat. Razvijanjem sustava održavanja pridonosi se većoj efikasnosti i efektivnosti eksploatacije vozila.

Sustavima održavanja tehničkih sredstava u današnje doba daje se velika važnost u samoj proizvodnji (ugradnjom velikog broja senzora) ali i u eksploataciji, kako bi mogli obavljati što efikasnije i uz što manje troškova zadanu fukciju. Poznato je da se gubitak funkcionalnosti tehničkih sustava ne može izbjeći, ali se može utjecati na smanjenje troškova koji nastaju tijekom njihove eksploatacije. Upravo zato je važna organizacija sustava održavanja zasnovana na efektivnosti.

2 TEHNIČKI SUSTAV OSOBNOG AUTOMOBILA

Automobil, osobni automobil, osobno vozilo ili osobno cestovno motorno prometno sredstvo značajan je nositelj zadovoljavanja svekolikih prometnih potreba kod velikog broja ljudi. Njegova važnost u zadovoljavanju potreba poslovnih subjekata i pojedinca u svakodnevnim i povremenim tjednim, mjesečnim ili godišnjim putovanjima (kretanjima) u prostoru zbog najrazličitijih razloga, a ponekad i bez vidljivih razloga, svakim je danom sve veća. Sve veće učešće automobila u zadovoljenju prometnih potreba stanovništva ide u korak s društvenim i gospodarskim razvojem. Osobito je značajan udio automobila u zadovoljenju prometnih potreba u najrazvijenijim državama svijeta, državama slobodnog tržišta ili državama zapadnog civilizacijskog kruga. Analogno tome, u velikom dijelu radova planiranja prometa sa stajališta prijevozne potražnje i zadovoljavanja prijevozne potražnje, redovito se uključuje osobno vozilo. Osobno vozilo ima značajnu ulogu u gospodarskom razvoju države, razvoju gradova, pokretljivosti stanovništva, organizaciji, korištenju prostora i kvaliteti okoliša te predstavlja i značajan element ekonomije svake države.

Osnovni i glavni cilj održavanja osobnog automobila je postizanje maksimalne raspoloživosti i pouzdanosti tijekom njegove eksploatacije uz što niže troškove održavanja. Stoga možemo zaključiti da je važno voditi računa o povećanje efektivnosti kroz proces održavanja. Osnovni ciljevi koje treba ostvariti procesom održavanja su:[1]

- osigurati maksimalnu razinu pouzdanosti motornog vozila u proces eksploatacije
- osigurati maksimalan rad vozila sa što manje zastoja (sprječavanje kvarova)
- smanjenje ukupnih troškova održavanja (direktnih i indirektnih)
- produljenje eksploatacijskog vjeka (vozila)
- povećanje/održavanje sigurnosti vozila
- skraćivanje vremena potrebnog za popravke (preventivno održavanje)

[1] Sebastijanović S.: Osnove održavanja strojarskih konstrukcija. Strojarski fakultet Slavonski Brod, 2002

U postupcima održavanja osobnog automobila koriste se različite metode i pristupi. S obzirom na to da se tehnički sustavi mogu naći u dva stanja, stanje "u radu" i stanje "u kvaru", odnosno tehnički sustav je ispravan ili neispravan, a svi kvarovi koji se mogu pojaviti, po prirodi su stohastički. Iz ovakvog prilaza održavanju definiraju se tri osnovne metode održavanja tehničkih sustava:[2]

- metode preventivnog održavanja gdje se smatra da je stvarno stanje sastavnih elemenata i sustava u većini slučajeva poznato
- metode korektivnog održavanja gdje se smatra da stanje sastavnih elemenata ili sustava u cjelini nije poznato dok se ne poduzme konkretno održavanje ili dok se ne pojavi kvar
- kombinirana metoda (preventivno-korektivna metoda).

Razvojem industrijske civilizacije nameće se i problem održavanja vozila. Sve intervencije na popravcima mašina i uređaja obavljale su se kada je kvar već nastao. Tako da u početnom periodu industrijalizacije nema ni govora o organiziranom načinu održavanja, sve je bilo prepušteno rukovatelju. Treba imati u vidu da su na početku industrijskog razvoja vozila bila manje složena, a opsluživanje je obavljao jedan ili više rukovatelja, koji su u isto vrijeme bili zaduženi i za održavanje. Među ukupnim aktivnostima koje prate proizvodnju, održavanje je vremenom dobilo sve veću važnost i nema sumnje da je pobudilo interes zato što može značajno produžiti vijek eksploatacije vozila. Vizija procesa održavanja, promijenjena je uvođenjem automatiziranih tehničkih sustava i povećanjem broja uređaja u upotrebi. Tako da se razvojem industrije pristupilo organiziranom načinu održavanja. Organizirani način održavanja podrazumijevao je formiranje posebnih radionica u kojima se interveniralo na poziv radnika iz proizvodnog pogona. Radovi održavanja, odnosno popravci odvijali su se prema trenutnom stanju, bez sistematskog pristupa i planiranja. Još i danas postoji ovakav pristup održavanju, naročito kod manjih i srednjih poduzeća, gdje se održavanje smatra dijelom općeg servisa.

[2] Kondić V., Horvat M., Maroević F.: Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila, Tehnički glasnik 7, 1, 2013

Ovakav pristup održavanju tehničkih sustava vozila u današnje vrijeme nije zadovoljavajući, jer tehnički sustav vozila danas zahtjeva poseban racionalan koncept održavanja. Odnosno održavanje tehničkih sustava mora biti jedinstveno, racionalno i organizirano.[3]

2.1 Troškovi kod eksploatacije tehničkog sustava automobila

Troškove tehničkih sustava osobnog automobila, analizirani sa stajališta eksploatacije nužno se svode na troškove efektivnosti sustava osobnog automobila. Pod troškovima efektivnosti sustava podrazumijevaju se troškovi ostvarivanja raspoloživosti i troškovi postizanja tražene pouzdanosti. Razlika između ukupnih troškova efektivnosti i troškova nabave sustava osobnog automobila može se vidjeti na slici 1.



Slika 1. Troškovi životnog vijeka

Izvor: Marvin, I., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.

[3] Janković Z.: Tehnički sistemi zaštite II, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2012.

Vidljivi dio troškova životnog vijeka sustava osobnog automobila su troškovi nabave, bez obzira na to da li se tehnički sustav kupuje ili razvija (istraživanje, projekt, ispitivanje, proizvodnja). Nevidljivi dio troškova životnog vijeka sustava osobnog automobila su troškovi distribucije i rukovanja (transport, rukovanje, manipulacija), pogonski troškovi (kapaciteti, energija, oprema i dr.), troškovi edukacije (edukacija servisera i operatera), troškovi održavanja i remonta (preventivno i korektivno servisiranje), troškovi tehničke dokumentacije (upute, priručnici, katalozi, prospekti i dr.), troškovi zaliha (rezervni dijelovi, potrošni i repromaterijal, ambalaža), troškovi rashodovanja (troškovi vezani za odlaganje tehničkog sustava).[4]

Troškovi održavanja su nastali kao rezultat popravaka i preventivnog održavanja te se temelje na potrošnji resursa koji se koriste pri obavljanju održavanja. Takvi resursi mogu uključivati rezervne dijelove, troškove koji se odnose na popravak dijelova i povezani inventar, testiranje opreme koja se koristi, osoblje, postrojenja i papire. Troškovi povezani s učinkom i održavanjem su glavni elementi u sustavu troškova životnog ciklusa, te su uključeni u tome. Cilj održavanja u zamisli je smanjiti troškove životnog ciklusa sustava kroz smanjenje troškova sustava podrške.

Ovdje prikazani indikatori su primjeri koji utječu na troškove održavanja:

- Trošak održavanja sustava po radnim satima ($/OH)
- Trošak održavanja po popravku
- Trošak održavanja po mjesecu ($/mjesec)
- Trošak održavanja po zadatku ili po dijelu zadatka
- Omjer troškova održavanja prema ukupnim troškovima sustava
- Troškovi vezani za čišćenje okoliša

Životni vijek sustava osobnog automobila je vrijeme od početka ulaganja materijalnih sredstava s ciljem realizacije sustava pa do konačnog izdvajanja sustava iz procesa eksploatacije.

[4] Marvin, I., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.

Eksploatacijski vijek sustava osobnog automobila je vrijeme od puštanja sustava u rad (komisija) do njegovog isključivanja iz eksploatacije (dekomisija). U tom periodu moraju se vratiti sva sredstva uložena u sustav, a utrošena u životnom vijeku sustava.[5]

Troškove čitavog životnog vijeka sustava čine:

- inicijalni (početni) odnosno kapitalni troškovi,
- troškovi održavanja tijekom cijelog vijeka korištenja sustava,
- troškovi odlaganja.

Svi troškovi su važni, jer troškovi održavanja i odlaganja mogu biti mnogo veće vrijednosti od kapitalnih troškova sustava. Procjene troškova trebaju početi onoga trenutka kada se poslovni projekt počne planirati. Kako se projekt razvija i donose odluke o dizajnu poslovnih sustava, temelji takvih procjena će se poboljšavati. Do kraja faze nabave sustava osobnog automobila bit će poznat i njegov konačni dizajn, kao i konačni troškovi nabave. Studijama pouzdanosti dobiju se sve informacije koje se odnose na očekivane performanse i troškove rada i održavanja sustava osobnog automobila (na temelju njih određuju se pogodnosti i podrške za održavanje koje se provode tijekom razvoja i proizvodnje sustava osobnog automobila). Koncept terotehnologije promovira primjenu svih potrebnih tehnika kojima se može osigurati da korisnik sustava osobnog automobila dobije najveću moguću vrijednost za svoj novac. Terotehnološki pristup proučava troškove proizvodnog sustava osobnog automobila za razliku od ekonomskog pristupa kojeg zanimaju samo troškovi proizvoda.

[5] Belak, S.: Terotehnologija, skripta, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2004.

3 ODRŽAVANJE TEHNIČKOG SUSTAVA OSOBNOG AUTOMOBILA

Održavanje je skup akcija s ciljem da se sustav osobnog automobila zadrži ili vrati u stanje u kojem izvršava zadanu funkciju. Kada se radi o održavanju, bitno je da ono bude redovito i pravilno. Tehnički pregledi vozila uključuju:

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

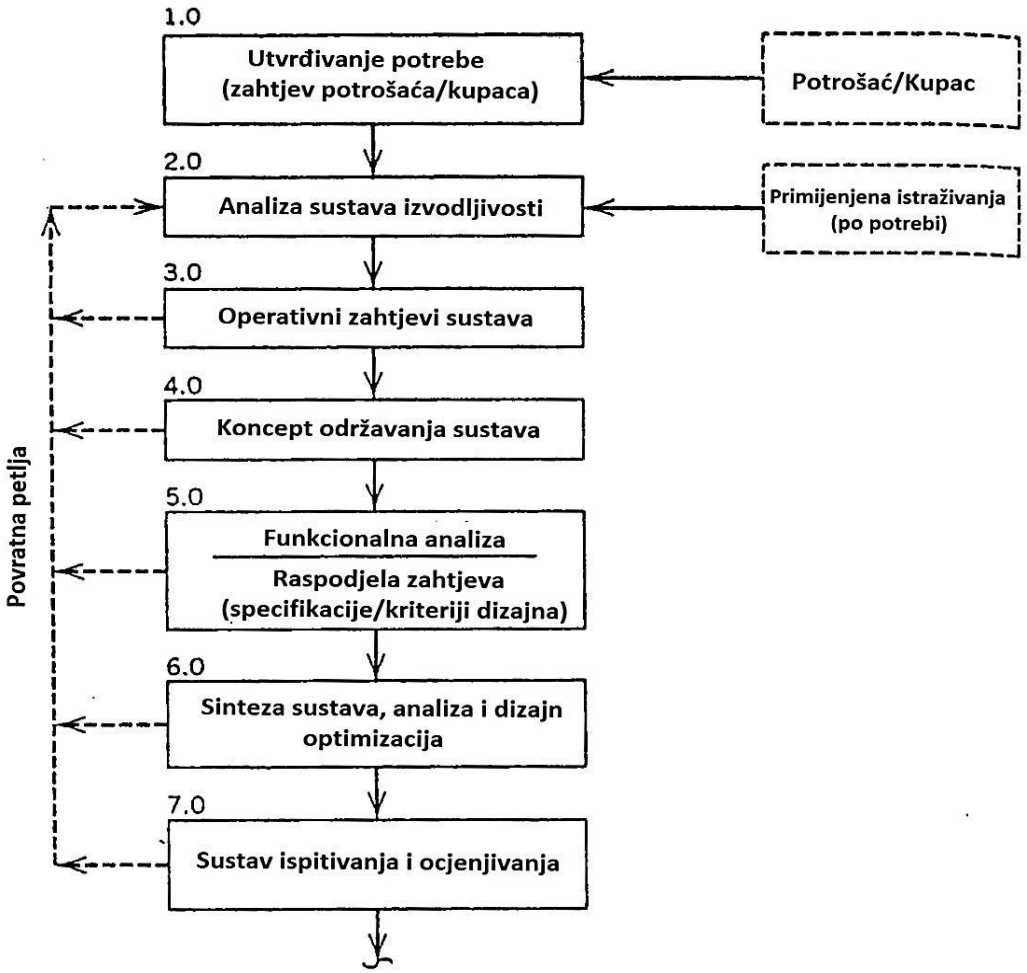
Održavanje se može podijeliti u 3 skupine:

- korektivno održavanje
- preventivno održavanje
- održavanje prema stanju

Životni ciklus sustava osobnog automobila obuhvaća niz programskih faza, uključujući unaprijed planirana i idejna rješenja, projekte idejnih sustava, detaljan dizajn i razvoj, proizvodnju i/ili izgradnju, distribuciju, rad sustava, održavanje i podršku, i sustav za umirovljenje i odlaganje materijala.

Sposobnost održavanja, u jednom ili drugom obliku, je sastavni dio svake faze životnog ciklusa sustava osobnog automobila, kao što je prikazano na slici 3. Zahtjevi održavanja u početku su osnovani kao dio cjelokupnog zahtjeva sustava razlučivosti procesa, in-in "design to" kriterija kao ciljevi za sustav, a zatim se ugrađuju kroz dizajn day-to-day sustava dizajna i razvojne aktivnosti.

Konačno, obilježja održavanja u dizajnu procjenjuju se kroz kombinaciju raščlanjivanja, analiza i testiranja te procjenu aktivnosti.[6]



Slika 3. Skraćeni slijed dizajniranih aktivnosti

Izvor: Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[6] Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

3.1 Korektivno održavanje

Korektivno održavanje podrazumijeva popravak sustava osobnog automobila nakon što je došlo do kvara. Odnosno komponenta ili sustav osobnog automobila ne obavlja predviđenu funkciju, pri čemu im se nakon korektivnog održavanja vraća zahtijevana radna sposobnost nakon otkaza. Ovo je najčešći način održavanja koji se danas primjenjuje. Održavanje se vrši tek nakon što kvar nastupi, a često uz kvar pojedinog dijela nastaje šteta i na okolnim dijelovima i uređajima osobnog automobila. Osim toga, pouzdanost sustava osobnog automobila s ovim načinom održavanja je upitna. Ona je direktno ovisna o pouzdanosti najslabije komponente. Nije moguće predvidjeti zastoje u radu niti vrijeme potrebno za popravak. Kako bi se izbjegli duži zastoji uslijed kvarova pri ovom načinu održavanja postoji mogućnost sa se svi dijelovi sustava osobnog automobila skladište u pričuvi, što znatno poskupljuje održavanje. Slikom 2. prikazane su faze korektivnog održavanja u teoriji. U praksi kod korektivnog održavanja motornih vozila koriste se sljedeće faze koje su prikazane slikom 4.:[7]

- U prvoj fazi je uočavanje otkaza- otkaz na motornom vozilu može se uočiti na instrument ploči. Moguće je i uočavanje otkaza osjetilima (vid, sluh, itd.), no tada je potrebno točno lociranje mjesta otkaza.
- Druga faza je faza dijagnoze - u toj fazi dobiva se točan uvid u stanje vozila, odnosno da li je otkaz na samo jednom djelu vozila ili na više (većina dijelova na vozilima se iskorištava u potpunosti, odnosno dok ne nastupi kvar, to znači da će biti potrebno zamijeniti dijelove).
- Treća faza je faza popravka- popravka motornog vozila (ugrađuje se onaj dio koji je otkazao)
- Četvrta faza je faza verifikacije- faza u kojoj se pokazuje ispravnost motornog vozila, ako je vozilo ispravno, vraćena mu je radna sposobnost koja je bila prije otkaza.

[7] Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.



Slika 4. Prikaz faza korektivnog održavanja

Izvor: Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

3.2 Preventivno održavanje

Preventivno održavanje podrazumijeva brigu i servisiranje motornog vozila kako bi ono ostalo u zadovoljavajućim radnim karakteristikama. Preventivnim održavanjem izvodi se sustavni nadzor, detekcija i ispravak potencijalnog kvara prije nego dođe do njega. Preventivno održavanje se izvodi periodički odnosno može biti vremenski orijentirano i/ili radno orijentirano. Ako je vremenski orijentirano znači da će nakon isteka određenog vremena motorno vozilo biti pregledano i servisirano. To može biti nakon određenog broja sati, nakon tjedan dana, svakih 10 dana, jednom mjesečno i slično.

Slikom 5. prikazane su faze preventivnog održavanja. Preventivno održavanje ima svoje prednosti i mane u odnosu na korektivno održavanje. Prednosti su mu:[8]

- veća pouzdanost motornog vozila i njegovih komponenata u radu,
- mogućnost planiranja trenutka održavanja,
- mogućnost predviđanja troškova održavanja, samim time i bolji uvid u stanje vozila.

Nedostaci su:

- povećani troškovi održavanja (teoretski, iako često ne i stvarni, otkaz na motornom vozilu s korektivnim održavanjem može donijeti mnogo veće troškove)
- povećana mogućnost kvara vozila radi utjecaja ljudske greške osoblja koje vrši održavanje.
- visoki su troškovi održavanja često uzrokovani bespotrebnom zamjenom dijelova.



Slika 5. Prikaz faza preventivnog održavanja

Izvor: Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[8] Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

U ovom slučaju se radi o točno određenim resursima koje je sredstvo odradilo do poduzimanja preventivnog održavanja te se zbog toga kaže da se primjenjuje tzv. ¨hard time¨ princip poduzimanja preventivnih aktivnosti. Ova vrsta održavanja je posebno prikladna za mehaničke komponente čije trošenje pokazuje dobru korelaciju s vremenom rada (ciklusima ili satima rada).[9]

3.3 Održavanje prema stanju

Održavanje zavisno od stanja je takva vrsta održavanja gdje se akcije održavanja poduzimaju na temelju stanja osobnog automobila, a ne nakon točno određenog radnog vijeka. Primjena ovakve vrste održavanja pretpostavlja provjeru stanja, tj. uvid u stanje osobnog automobila. Stanje osobnog automobila se opisuje nekim parametrom ili parametrima koji se provjeravaju, a akcija održavanja se primjenjuje pri dostizanju neke kritične vrijednosti prije nego što nastupi otkaz.

Aktivnosti održavanja prema stanju su:

• mjerenje parametara stanja,

• interpretacija izmjerenih parametara stanja,

• donošenje odluke o aktivnostima održavanja koje treba poduzeti.

Održavanje osobnog automobila je niz postupaka koji se obavljaju u zadanom vremenskom intervalu ili nakon što je vozilo prošlo određene udaljenosti. Intervali servisiranja su određeni od strane proizvođača, neka moderna vozila imaju indikator za sljedeći servis na elektronskoj instrumentalnoj ploči. Stvarni raspored održavanja motornih vozila varira ovisno o godini i modelu vozila, njegovim uvjetima vožnje i ponašanja vozača.

[9] Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

Proizvođači vozila preporučuju servisiranje vozila na temelju utjecaja parametara, kao što su:

- broj putovanja i udaljenosti putovanja po putu dnevno
- utjecaj velikih klimatskih promjena
- planinska vožnja, prašnjava vožnja i vožnja po ledu
- vuča prikolice, prijevoz teškog tereta itd.

Zadaci servisiranja koje treba provoditi kako bi se povećala pouzdanost vozila su:

- promjena ulja u motoru
- zamjena filtera ulja
- zamjena zračnih filter
- zamjena filtera za gorivo
- zamjena svjećice
- provjeriti razinu i napuniti tekućinu za kočnice / spojku
- provjeriti pedalu kočnice / kočne diskove i zamijeniti ako je istrošeno
- provjeriti razinu i napuniti tekućinu servo upravljača
- provjeriti razinu i podmazati automatski / ručni mjenjač
- pogledati i zamijeniti razvodni remen ili razvodni lanac, ako je potrebno
- provjeriti stanje guma
- provjeriti pravilan rad svih svjetala, brisača itd.
- pranje vozila i čišćenje interijera, itd.

3.4 Sustavi održavanja

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju u radu svakog tehničkog sredstva (u ovom slučaju osobnog automobila) su maksimalni radni učinci s minimalnom potrošnjom, velikom pouzdanošću i minimalnim troškovima održavanja uz poštivanje zahtjeva ekologije. Danas se ovim zahtjevima može udovoljiti uvođenjem novog tehnološkog pristupa u praćenju i mjerenju radnih karakteristika osobnog automobila, kao korištenjem računalne tehnike i znanosti u dijagnosticiranju, otklanjanju kvarova i održavanju. Održavanje je samo jedna od konstrukcija sustava, međutim, uspješna provedba programa održavanja zahtijeva temeljito razumijevanje ne samo na razini zahtjeva sustava, već i razumijevanje mnogih organizacijskih sučelja koja postoje.

Održavanje osobnog automobila je složeni organizacijsko-tehnološki sustav, gdje svaki element sustava osobnog automobila ima vlastite karakteristike i parametre stanja. Elementi sustava osobnog automobila su međusobno povezani i ovise jedan o drugome, definirani su ograničenjima, od kojih su najvažniji maksimalno dozvoljeni troškovi održavanja. Da bi održavanje vozila tijekom eksploatacije bilo uspješno, treba ispuniti određene pretpostavke[10]:

- odgovarajuće stručno osoblje
- pričuvni dijelovi,
- odgovarajući objekti i oprema,
- odgovarajuća tehnička dokumentacija,
- financijska sredstva za izvršenje postupaka održavanja

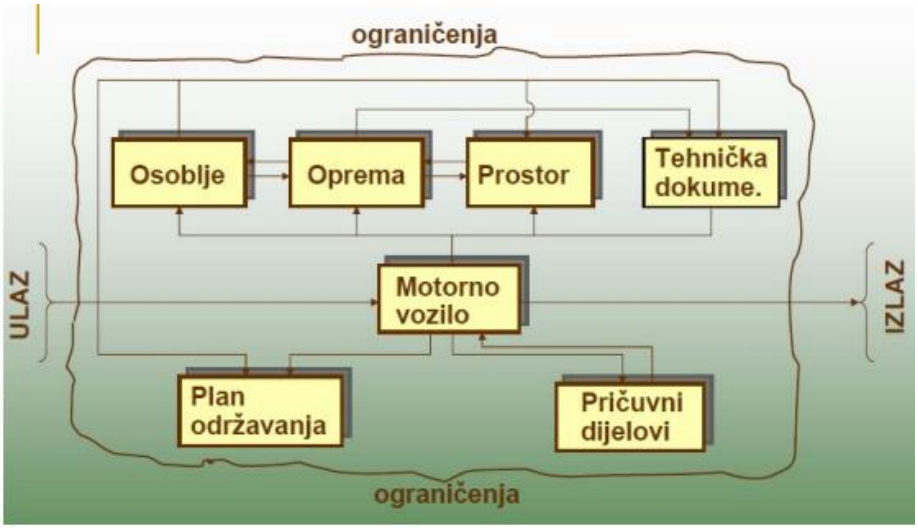
[10] Nastavni materijali s predavanja, Održavanje cestovnih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017./2018.

Najvažnije karakteristike i parametri elemenata sustava sa stajališta održavanja su[11]:

- Motorna vozila:
    - broj vozila, intenzitet otkaza ,funkcija gustoće stanja u otkazu,
    - koeficijent eksploatacije,
    - srednje vrijeme preventivnog održavanja,
    - srednje vrijeme korektivnog održavanja,
    - potencijalni postotak dnevnih gubitaka.
- Osoblje:
    - potreban broj,
    - troškovi,
    - sposobnost (obučenost, dob, motiviranost, itd.).
- Oprema
    - vrste kompleta,
    - osiguranost opremom,
    - složenost,
    - pogodnost (za rukovanje, svrsishodnost, točnost, otpornost, itd.).
- Prostor za održavanje
    - stupanj ostvarenosti posebnih uvjeta za rad,
    - troškovi prostora.
- Pričuvni dijelovi
    - koeficijent popunjenosti,
    - popunjenost po normativu,
    - troškovi.
- Tehnička dokumentacija
    - dostupnost,
    - pogodnost.
- Plan održavanja
    - metoda planiranja,
    - stupanj realizacije plana.

[11] Nastavni materijali s predavanja, Održavanje cestovnih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017./2018.

Sustav održavanja osobnog automobila može biti realiziran na više različitih načina ili u više različitih varijanti stoga bitna obilježja određene varijante sustava su sadržana u koncepciji sustava održavanja. Slika 6. prikazuje pojednostavljeni prikaz sustava održavanja osobnog automobila.



Slika 6. Pojednostavljeni prikaz sustava održavanja složenog tehničkog sustava

Izvor: Nastavni materijali s predavanja, Održavanje cestovnih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017./2018.

3.5 Razine održavanja

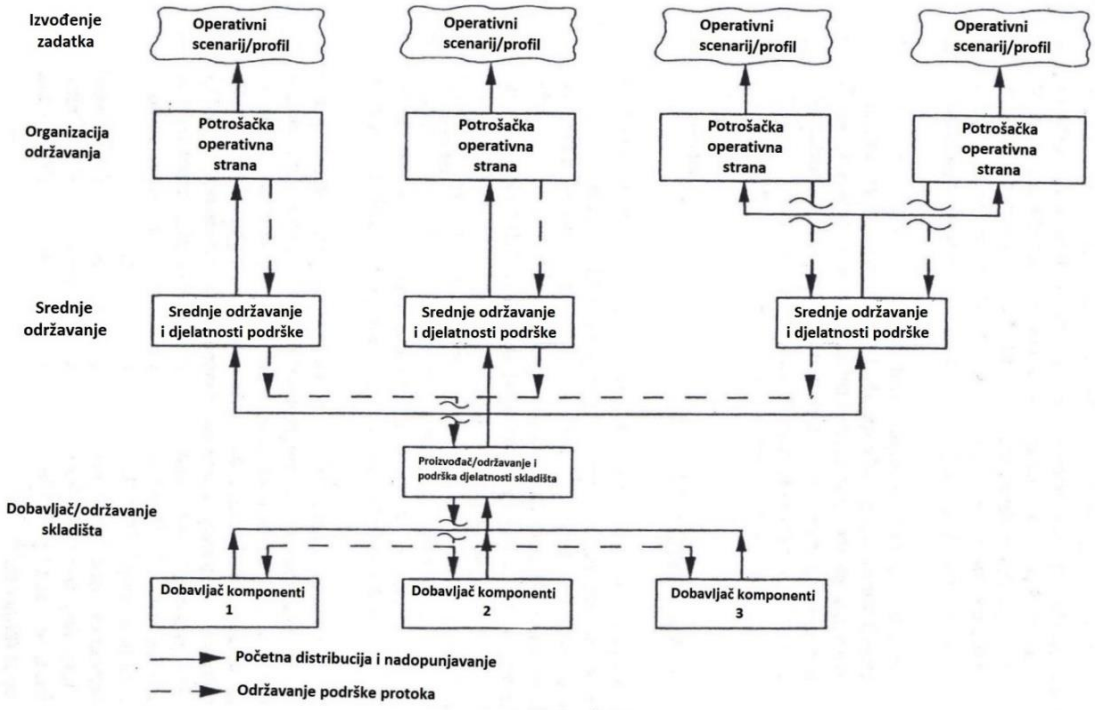
Razine održavanja svode se na podjeli funkcija i zadataka za svako područja gdje se obavlja održavanje. Zadaci održavanja mogu se postići za osnovne elemente sustava osobnog automobila (npr. opreme, objekte, i softvere na potrošačkom mjestu gdje ti elementi normalno rade; na nekoj približnoj lokaciji u pokretnom kombiju ili na fiksiranom mjestu na tim komponentama koje su uklonjene iz operativnog sustava za održavanje; na daljinski lociranom postrojenju ili postrojenju proizvođača; i/ili na određenom objektu dobavljača. Složenost zadatka, razina određenih vještina, učestalost pojavljivanja, posebne potrebe postrojenja, politički faktori, ekonomski i ekološki kriteriji, i tako dalje, diktiraju u velikoj mjeri određene funkcije koje će se izrađivati na svakoj razini posebno.

Uspostavljanje razina održavanja evoluira iz definicije sustava operativnih zahtjeva, to jest, geografskih distribucija dijelova sustava, faktora uspjeha, tehnoloških aplikacija i zahtjeva učinkovitosti sustava i očekivanih frekvencija održavanja.

Slika 7. ilustrira tijek aktivnosti i materijala, u kojima su aktivnosti održavanja prikazane protokom od operativne stanice potrošača natrag do razine održavanja dobavljača i pružanja logističkih resursa podrške (npr. rezervni dijelovi) koji su predstavljeni tokom od dobavljača do operativnog mjesta.

Broj razina održavanja može varirati od jedne aplikacije sustava na drugi, "organizacijski", "srednji" i "depo" ili "tvornica" razina pretpostavlja se kao osnovica u svrhu za daljnju raspravu.

1.) **Organizacijsko održavanje:** Organizacijsko održavanje je ostvareno na osnovnim elementima sustava osobnog automobila kod operativne stanice potrošača (to vrijedi i za zrakoplove, ostala specijalna vozila, komunikacijskih objekta ili proizvodne linije).



Slika 7. Proces održavanja sustava (aktivnosti i resursi)

Izvor: Blanchard, BS, System Engineering Management, John Wiley & Sons, NY, 1991, str.28

Općenito to uključuje zadatke izvođene od organizacije na vlastitoj opremi od strane osoblja koje je i inače uključeno u rad i korištenje te opreme, te imaju minimalno vremena na raspolaganju za detaljno održavanje sustava.

Održavanje na toj razini obično je ograničeno na povremene provjere izvedbene opreme, vizualnim provjerama, čišćenju opreme, servisiranju, vanjskim doradama, te uklanjanju i zamjenjivanju određenih dijelova. Osoblje koje je zaduženo na toj razini nije dužno popravljati uklonjene dijelove, ali ih moraju proslijediti na drugu razinu. Iz perspektive održavanja, najmanje stručno osoblje se zadužuje za to, a dizajneri komponenta sustava moraju tu činjenicu uzeti u obzir (tj. dizajn za jednostavnost).

2.) Srednje održavanje: Zadaci srednjeg održavanja obavljaju se mobilno, polu mobilno, ili fiksnim specijaliziranim organizacijama ili instalacijama. Na ovoj razini, završni dijelovi koji su uklonjeni iz operativnog mogu se popraviti s promjenom ili uklanjanjem nekih većih dijelova, sklopova, i/ili manjih dijelova. Planiranim održavanjem potrebnih dijelova može se ostvariti i demontaža. Dostupni serviseri za održavanje obično imaju bolje vještine te su bolje opremljeni od onih na organizacijskoj razini, te su odgovorni za svako detaljnije održavanje.

Mobilne ili polu mobilne jedinice često su dodijeljene kako bi osigurale brzo potporu za sve operativne elemente sustava. Te jedinice mogu biti kombi vozila, kamioni, ili prijenosna skloništa koje sadrže testnu i ostalu opremu i rezervne dijelove. Cilj je osigurati održavanje na licu mjesta (što se postiže od strane osoblja koje je na razini) kako bi se olakšao povratak sustava u puno operativno stanje u čim kraćem vremenu. Mobilna jedinica može se koristiti za podršku više od jedne operativne stanice. Kao dobar primjer toga može se navesti tzv. lutajuće održavanje koje je angažirano od zrakoplovnog hangara do zrakoplova koji je parkiran na zračnom terminalu te mu je potrebno dodatno održavanje.

Fiksna postrojenja (stalna mjesta) obično se osnivaju za podršku obje organizacijske razine za mobilne te polu mobilne jedinice. Radove održavanja nisu u mogućnosti obavljati od strane nižih razina, zbog ograničenih vještina osoblja i testne opreme, te se izvode na ovoj razini te postrojenju. Vještine više kvalificiranog osoblja, dodatni testovi i oprema, rezervni dijelovi , i bolja postrojenja često su opremljeni i boljom opremom za popravak. Fiksna postrojenja su obično smještena u blizini operativnog sustava, ali na određenim geografskim područjima (npr. na istoj zrakoplovnoj luci gdje postoje zrakoplovi na terminalu ili u istoj zgradi gdje se odvija i proizvodnja opreme).

3.) Dobavljač/proizvođač/skladišno održavanje: Dobavljač ili razina održavanja u skladištu sadrži najviši oblik održavanja, te podržava postizanje najviše razine zadataka pa čak i onu razinu iznad mogućnosti koje su dostupne na srednjoj razini. Fizički, to mogu biti objekti za specijalizirane popravke koji podržavaju velik broj sustava/ opreme/ softvera u inventaru, ili može predstavljati glavnu tvornicu proizvođača.

Skladišta su „fiksna“ a njihova mobilnost nije problem. Složen i glomazan kapital opreme, velike količine rezervnih dijelova, kontrolne ekološke odredbe, i tako dalje mogu lako biti dostupne ako je potrebno. Kako bi imali veliki potencijal na ovoj razini uvodi se korištenje tehnike tekućih vrpci koje dopuštaju uporabu relativno nekvalificiranih zaposlenika za veliki dio tog posla, s koncentracijom visoko kvalificiranih stručnjaka u odabranim područjima poslova gdje su potrebne visoke preciznosti. Dobavljač/ proizvođač/ skladište uključuje održavanje te razine na kojoj se obavlja potpuni remont, obnova te kalibracija opreme, kao i ostvarivanje ostalih vrlo složenih radnji održavanja. Taj objekt obično se nalazi u neposrednoj bliži i pruža podršku za brojne linije proizvoda za veliki dio područja, uključujući i ulogu voditelja za rezervne dijelove i popravak. Na slici 8. se nalazi prikaz usporedbe sve tri razine održavanja.

<table>
<tr><th>Kriteriji</th><th>Organizacija održavanja</th><th colspan="2">Srednje održavanje</th><th>Dobavljač/Proizvođač/održavanje skladišta</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Gdje je urađeno ?</td><td rowspan="2">Na operativnom mjestu ili gdje god se nalazi primjerena oprema</td><td>Mobilne ili polumobilne jedinice</td><td>Popravljene jedinice</td><td rowspan="2">Dobavljač/Proizvođač/skladišna postrojenja
— — — — — —
Specijalizirani popravci ili plan proizvođača</td></tr>
<tr><td>Kamion, kombi, prijenosno sklonište ili ekvivalent</td><td>Fiksne trgovine</td></tr>
<tr><td>Tko je uradio ?</td><td>Sustav/opremljeno operativno osoblje</td><td colspan="2">Osoblje za mobilne, polu mobilne ili fiksne jedinice</td><td>Osobna skladišna postrojenja ili osobna proizvodnja proizvođača</td></tr>
<tr><td>Na čijoj opremi ?</td><td>Korištenjem organizacijske opreme</td><td colspan="3">Oprema u vlasništvu organizacije</td></tr>
<tr><td>Vrsta obavljenog posla</td><td>Vizualni pregled
Operativni pregled
Manje održavanje
Vanjske prilagodbe
Uklanjanje i zamjena nekih komponenti</td><td colspan="2">Detaljni pregled i pregled sustava
Generalno održavanje
Generalni popravak i modificiranje opreme
Složene prilagodbe
Ograničena kalibracija
Preopterećenje iz organizacijske razine održavanja</td><td>Složene tvorničke prilagodbe
Kompleksni popravci i modifikacije opreme
Remont i obnova
Detaljna kalibracija
Podrška zaliha
Preopterećenje srednje razine održavanja</td></tr>
</table>

Slika 8. Prikaz usporedbe razina održavanja

Izvor: Blanchard, BS, System Engineering Management, John Wiley & Sons, NY, 1991, str.28

4 UTJECAJNI ČIMBENICI NA EFEKTIVNOST TEHNIČKOG SUSTAVA

Efektivnost sustava je mjera ili skup vrijednosti očekivanih funkcija cilja. Ona može biti shvaćena kao vjerojatnost da će sustav ostvariti željene ih zacrtane ciljeve, zbog kojih sustav postoji. Efektivnost u sebi sadrži utjecaj svih sudionika procesa koji se odvijaju u određenom sustavu, ponajprije utjecaj korisnika i osoblja na održavanju. Primjerice, efektivnost zrakoplovnog prometnog sustava u sebi ujedinjuje utjecaje zračnih luka i njihovih infrastruktura, sredstava i uređaja, utjecaje zrakoplovne flote, aviona, njihovih tehničkih i uporabnih značajki, utjecaj osoblja (pilota, tehničkog osoblja, menadžmenta, osoblja za logističku i svekoliku drugu potporu), utjecaj organizacijskoga ozračja, unutarnjih i vanjskih čimbenika. Iz toga se može zaključiti kako postoji ogromno mnoštvo kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja i utjecajnih čimbenika na efektivnost svakog prometnog sustava.

U dosadašnjoj znanstvenoj i stručnoj literaturi upotrebljavaju se pojmovi učinkovitost, efektivnost i efikasnost kao slični pojmovi. Na nekim se mjestima efektivnost i učinkovitost koriste kao sinonimi, a na drugim efikasnost i učinkovitost. Mnogi strani i domaći autori pokušali su objasniti razliku između pojmova efektivnosti i efikasnosti. Nerijetko se pojmovi efikasnosti i efektivnosti nedosljedno tumače. Peter Drucker je u djelu „Management: task, responsibilities, practices“ definirao efikasnost kao obavljati stvari na pravi način, a efektivnost kao obavljati prave stvari.

Prema Robbinsonu i De Cezu, pod efektivnošću se podrazumijeva činiti prave stvari i ostvariti cilj, a pod efikasnošću raditi prave stvari na pravi način, odnosno odnos između inputa i outputa, usmjeravanje na minimiziranje troškova resursa. Prema Daftu, efektivnost je stupanj kojim poduzeće ostvaruje zacrtane ciljeve, odnosno to je stupanj do kojega je poduzeće uspjelo ostvariti ono sto je pokušalo ostvariti. Efikasnost je, prema istome autoru, korištenje minimalnih resursa za proizvodnju željene količine outputa. Prema Thompsonu, efikasnost znači raditi stvari na pravi način, odnosno resursi moraju biti razvijeni i korišteni kako bi se maksimizirali povrati. Prema istome autoru, efektivnost znači raditi prave stvari, odnosno resursi moraju biti usmjereni na takve aktivnosti koje zadovoljavaju potrebe, očekivanja i prioritete vlasnika posla. Mogu li se onda pojmovi efikasnosti, efektivnosti i učinkovitosti tretirati kao sinonimi? Pod efektivnošću se podrazumijeva postizanje ciljeva, odnosno raditi prave stvari, a pod efikasnošću se podrazumijeva postizanje ciljeva uza što manje troškove, odnosno raditi stvari na pravi način što se može izraziti odnosom inputa i outputa. Pojam efektivnost može se prevoditi kao učinkovitost, a za efikasnost se može koristiti riječ djelotvornost.

4.1 Efektivnost tehničkih sustava

Efektivnost tehničkih sredstava predstavlja vjerojatnost da će tehnički sustav uspješno stupiti u rad u bilo kojem, proizvoljnom trenutku vremena (t<T) i vršiti zadanu funkciju (zadaću namjene) u propisanom vremenu i definiranim uvjetima uporabe. Efektivnost je složena funkcija prometnog sredstva ili sustava, kroz koju se implicitno iskazuje pogodnost sustava za provedbu integralne ih ukupne logističke potpore tijekom čitavog životnog ciklusa.

U prometu gdje postoje različita transportna sredstva pojmovi efikasnost i efektivnost imaju veliku ulogu. Pomoću njih se definiraju uloge pojedinih transportnih sredstava. Osobno vozilo je neefikasno jer uglavnom stoji na mjestu, ali kada zatreba, osobno vozilo je efektivno jer se pomoću njega uspješno dolazi do željenog cilja. Neefikasnost može se vidjeti i u njegovu inputu odnosno outputu, to jest ono što se uložilo u automobil skoro se nikada neće vratiti kroz ta ista sredstva. Jedino ako taj isti automobil ne služi kao radno sredstvo (dostava, taxi).

Nadalje, transportna sredstva mogu biti efikasna i efektivna ako se njima služi na odgovarajući način, odnosno ako ih se organizira na pravi način. Organizacija treba zadovoljiti potrebe klijenata koje se učestalo mijenjaju mnogo brže od vremena koje je potrebno da se organizacija reorganizira kako bi efikasno zadovoljila te potrebe. Povećanjem brzine promjene, manje su šanse da se efektivnost i efikasnost usklade. Što je veća brzina promjene, organizacija mora u većoj mjeri žrtvovati efikasnost kako bi bila efektivna. Organizator, odnosno logističar dužan je napraviti sve kako bi sredstvo bilo efikasno i efektivno. On ima ulogu ispuniti određene želje kupaca kako bi sredstvo bilo efektivno, a u drugu ruku mora najbolje iskoristi to sredstvo kako bi ono bilo efikasno.

U rješavanju ekonomskih problema i pomanjkanja uočljivosti ukupnih troškova koristi se „ledeni brijeg“. Za mnoge su sustave troškovi povezani s razvojem i oblikovanjem, konstruiranjem, početnom nabavom i instalacijom glavne opreme, proizvodnjom i drugim elementima koji su djelomično poznati, a na osnovu tih troškova su se u početku najčešće donosile odluke. Međutim, troškovi su povezani s korištenjem i održavanjem, te podrškom za sustav kroz njegov planirani životni vijek, što nosi dodatne troškove koji su nevidljivi.

Kod transportnih sredstava dosta je troškova nevidljivo, zato su početne investicije u nabavi novih sredstava visoke. Efektivnost i efikasnost su isprepleteni pojmovi koji na prvu imaju i isto značenje, ali to nije tako. Efikasnost podrazumijeva ostvarenje najveće dobiti iz najmanje uloženoga resursa, odnos inputa i outputa. Pod efektivnošću se, ipak, podrazumijeva uspostavljanje i osiguravanje stalne željene funkcije, uz isprobavanje različitih rješenja dok se ne dođe do željenoga rezultata. Dolazak do ostvarene željene funkcije ponekad podrazumijeva i rasipanje resursima, sve u svrhu pronalaska najboljega načina za realizaciju željene funkcije.[12]

Sa motrišta logističke potpore prometnih procesa; efektivnost prometnih sredstava ili sustava predstavlja vjerojatnost da će prometno sredstvo ili sustav uspješno stupiti u rad u bilo kojem, proizvoljnom trenutku vremena (t<T) te vršiti funkciju kriterija (zadaću namjene) u propisanom vremenu i definiranim uvjetima uporabe.

Ona daje odgovor na temeljna pitanja opstojnosti prometnih sredstava i prometnih sustava kao što su[13]:

- kako često će prometno sredstvo i/ili sustav moći biti u uporabi,
- kako dugo će tijekom uporabe biti ispravno,
- kako dobro će izvršavati projektiranu zadaću ili funkciju namjene.

[12] Marvin, I., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
[13] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Analogno tome, može se zaključiti da je efektivnost složena funkcija stanja i dobrote određenog prometnog sredstva ih sustava, kroz koju se implicitno iskazuje pogodnost sustava za provedbu integralne ih ukupne logističke potpore tijekom čitavog životnog ciklusa. Što je veća pouzdanost prometnoga sredstva, njegovih podsustava i dijelova manja će biti učestalost kvarova (intenzitet kvarova).

Što je veća pogodnost za održavanje, što je bolje organiziran sustav održavanja i opskrbe pričuvnim dijelovima biti će kraće vrijeme zastoja zbog održavanja i veća će biti efektivnost sustava. Što je osoblje koje rukuje ili održava prometna sredstva bolje osposobljeno i obrazovano, manji će biti pad pouzdanosti, veće će biti vrijeme između kvarova, veća će biti efektivnost sustava a manji troškovi životnoga ciklusa itd.

Drugim riječima, efektivnost predstavlja složeni kriterij i mjerilo kakvoće svih bitnih unutarnjih, vlastitih (inherentnih) svojstava samoga prometnog sredstva ili sustava i pokazatelj kakvoće ukupne logističke potpore tijekom životnoga ciklusa.[14]

4.2 Utjecaj održavanja na efektivnost tehničkog sustava

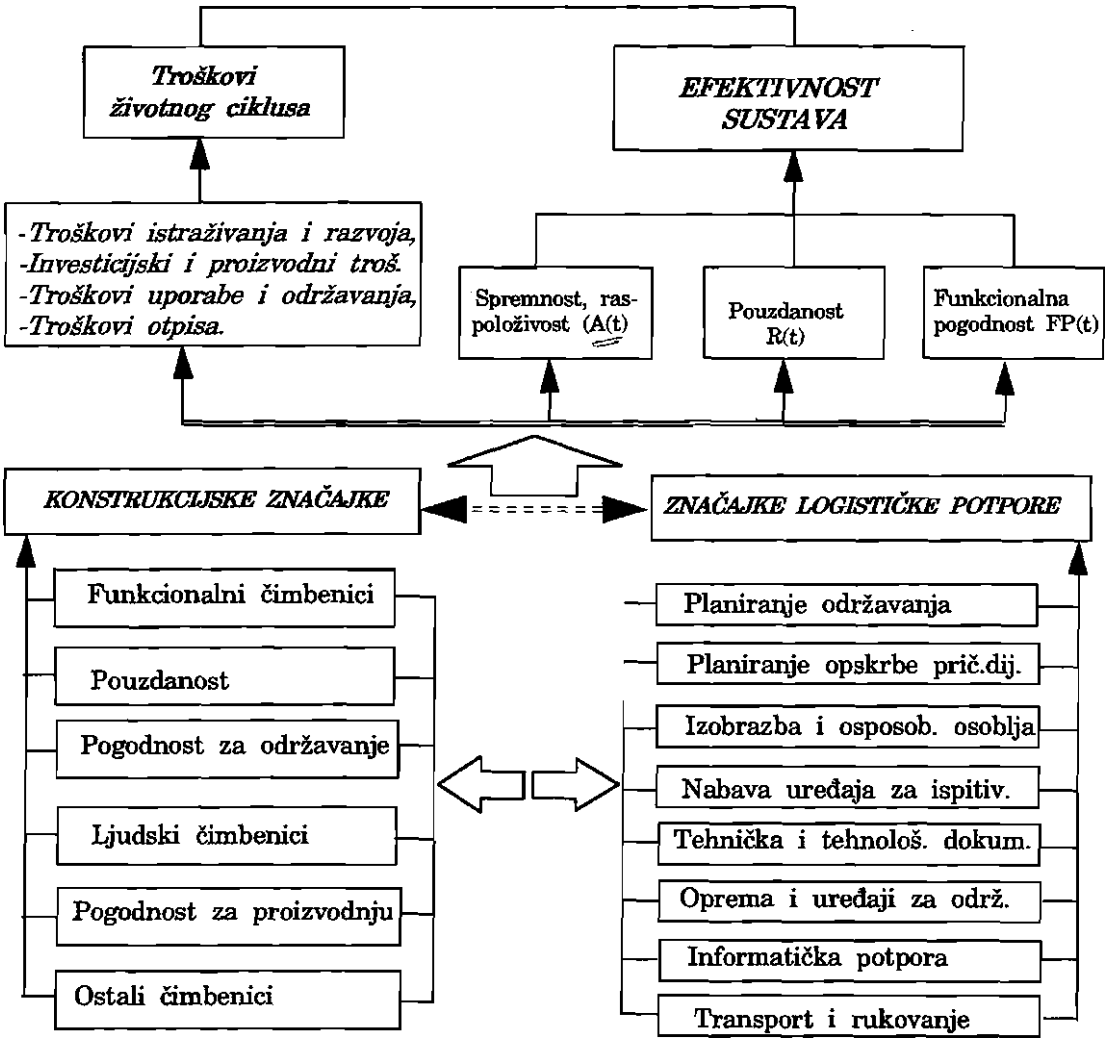
Konkretne vrijednosti efektivnosti ponajprije ovise o logističkoj potpori prometnih sredstava i prometnih procesa. Dobra logistička potpora osigurava uvijek razmjerno visoke vrijednosti efektivnosti, siguran i učinkoviti rad prometnih sredstava i nisku cijenu efektivnosti.

U cijeni efektivnosti sadržani su svi troškovi koji se javljaju tijekom životnog ciklusa, kako u procesu razvoja i proizvodnje tako i u procesu uporabe i održavanja. Zato je od iznimne važnosti sustavno i cjelovito raščlanjivati sve sastavnice strukture troškova i usklađivati ih sa postavljenim zahtjevima efektivnosti, ponajprije pouzdanosti, spremnosti ili pripravnosti, pogodnosti za održavanje i ostalih čimbenika logističke potpore.[15]

[14] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.
[15] Ibidem

Što je veća pogodnost za održavanje, što je bolje organiziran sustav održavanja i opskrbe pričuvnim dijelovima biti će kraće vrijeme zastoja zbog održavanja i veća će biti efektivnost sustava.

Što je osoblje koje održava prometna sredstva bolje osposobljeno i obrazovano, manji će biti pad pouzdanosti, veće će biti vrijeme između kvarova, veća će biti efektivnost sustava a manji troškovi životnoga ciklusa. Ostvarenje zadataka održavanja može biti odgovornost potrošača, proizvođača (ili dobavljača), treće osobe, ili njihova kombinacija. Troškovi životnog ciklusa i čimbenici efektivnosti sustava prikazani su slikom 9.



Slika 9.: Prikaz čimbenika efektivnosti

Izvor: Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Osim toga, "treća strana" (ne potrošač, proizvođač, ili dobavljač komponenti sustava) može biti uključena u ostvarenje "ugovorenog" održavanja na bilo kojoj razini. Odgovornost za održavanje može se razlikovati, ne samo po različitim komponentama sustava, nego kao napredak u vremenu kroz operativno korištenje sustava i dostatna podrška.

Odluke koje se odnose na organizacijsku odgovornost mogu utjecati na dizajn sustava, posebice obzirom na uključenost dijagnostičkih odredbi, vrsti pakiranja, testiranju i shemama ocjenjivanja. Također, politika popravaka može biti pod snažnim utjecajem organizacijskih odluka. Ugovorne odredbe jamstva mogu diktirati da popravak mora biti ostvaren samo kod poduzeća "A". Složenost stavke može biti takva da se popravak može izvesti samo u objektu "Y". Zbog političkih ili ekoloških razloga, popravak može biti izveden samo na licu mjesta "Z". Tu može biti bilo koji broj opcija; međutim glavna pitanja treba rješavati i uključiti razmatranja u konceptu održavanja.

5 IZRAČUN EFEKTIVNOSTI U PROCESU EKSPLOATACIJE OSOBNOG AUTOMOBILA

Proizvođači motornih vozila na razne načine se snalaze kako bi kupci dobili povjerenje u njihove proizvode. Osim suvremenih konstruktivnih rješenja, kvalitetne izrade i vanjskog dizajna, proizvođač mora kupcu osigurati i što bolju organizaciju servisno-remontnih održavanja motornih vozila. Sve napredne zemlje koje razvijaju automobilsku industriju, razvijaju usporedno i servisno-remontne pogone kao prateću djelatnost za održavanje sve većeg broja motornih vozila, dok su se u novije vrijeme pojavili i dijagnostički centri koji se osnivaju u sklopu tvornica proizvođača motornih vozila i u sklopu velikih prodajnih kuća za prodaju motornih vozila i pričuvnih dijelova. Proizvođači motornih vozila poklanjaju posebnu pažnju održavanju automobila u eksploataciji, što je slučaj i u Republici Hrvatskoj, ali ne i dovoljnoj mjeri. To je zbog prilika vezanih s općom nerazvijenošću te djelatnosti, a posebno zbog pomanjkanja odgovarajuće organizacije i kratkoročnog sagledavanja tog problema.

Naročito je teška situacija organiziranog održavanja vozila u pojedinim regijama izvan većih gradova, gdje još uvijek nedostaje dovoljan broj servisno-remontnih organizacija. Tako pojedini vlasnici motornih vozila moraju do najbliže servisno-remontne organizacije prevaliti i više od 100 kilometara. Svako, pa i motorno vozilo u tijeku svog životnog eksploatacijskog vijeka izloženo je entropiji kao posljedici nesavršenosti sustava i negativnih utjecaja okoline. Nesavršenost sustava u tehnici definiramo kao pouzdanost ugrađenu u motorno vozilo u fazama koncepcije, realizacije i proizvodnje motornih vozila određeno je najvećim dijelom tehničko-tehnološkim dostignućima i mogućnostima, te financijskim ograničenjima. Utjecaj okoline razlikuje se od standardnog kada na motorno vozilo utječe temperatura, vlažnost i kiselost atmosfere, obučenost korisnika i drugi elementi koje smatramo redovitim, do ekstremnog kakav se ostvaruje u ekstremno teškim uvjetima (vrlo niske ili visoke temperature, izuzetno težak teren i tako dalje). Da bi motorno vozilo uspješno obnašalo svoju temeljnu funkciju, onda kada je to potrebno, te je u takvim uvjetima potrebno da imamo stalan uvid u njegovo stanje i sustav sposoban da smanji ili spriječi nastajanje entropije. Održavanje motornog vozila definira na više načina:

- održavanje je svjesna, planska i organizirana ljudska djelatnost usmjerena na održavanje radne sposobnosti motornog vozila u njegovom programiranom životnom ciklusu

- održavanje je proces očuvanja i obnavljanja parametara materijalnog sredstva u eksploatacijskom vremenu životnog ciklusa u cilju očuvanja zadane spremnosti i pouzdanosti za izvršenje date mu zadaće

- održavanje je proces koji omogućava upravljanje tehničkim stanjem ili pouzdanošću tijekom čitavog ciklusa jednog motornog vozila

• održavanje je sustav ili skup specijaliziranih elemenata, a njihova temeljna funkcija je osigurati zahtjevnu pouzdanost i operativnu spremnost u programiranom životnom vijeku motornog vozila. Proces očuvanja uporabljivosti motornih vozila ostvaruje se funkcionalnom uporabom, ispravnim rukovanjem i redovitim opsluživanjem u tijeku korištenja, skladištenja i slobodnog vremena. obnavljanje parametara motornih vozila se ostvaruje pravodobnim i redovitim zamjenama dijelova čiji su parametri degradirali kao i podešavanjem sklopova. Redovno održavanje vozila zapravo je otklanjanje manjih kvarova koji su nastali uporabom pojedinih dijelova na sklopovima i agregatima, a pri normalnim uvjetima eksploatacije i održavanja. Za smanjenje vremena stajanja motornih vozila izvan eksploatacije zbog tehničke neispravnosti i produljenja vijeka trajanja, potrebno je sistematski u određenim intervalima, ovisno o prevezenom broju kilometara, utrošene količine pogonskog goriva, izvršavati određene radnje programiranih održavanja motornih vozila. Održavanje motornih vozila je skup tehničkih poslova i radnji koji se moraju izvršavati na ispravnom vozilu, da se ono zadrži u tehnički ispravnom stanju. Takav način preventivnog održavanja treba potpuno osigurati tehničku ispravnost motornih vozila i njihovu spremnost za eksploataciju, koja ima i neposredan utjecaj na:

• povećanje broja radnih dana vozila u eksploataciji

• povećanje broja prevezenih putnih tona i kilometara

• smanjenje utroška pričuvnih dijelova, goriva, maziva i ostalog potrošnog materijala

• smanjenje utrošenih sati automehaničara na vozilima

• smanjenje cijene koštanja putnih ili tona kilometara i tako dalje. Pravilno održavanje direktno utječe na povećanje ekonomske eksploatacije motornih vozila. Za razliku od održavanja motornih vozila, čiji su radovi unaprijed strogo određeni, popravak se vrši prema stvarnim potrebama prema nastalom kvaru.

Učestalost raznih kvarova, odnosno neispravnost na motornim vozilima posljedica je niza čimbenika od kojih su najvažniji:

- kvaliteta samog motornog vozila
- uvjeti eksploatacije
- stručnost rukovanja vozilom
- kvaliteta održavanja.

Motorna vozila ne mogu biti konstantno u punoj snazi i spremna za ekonomsku eksploataciju, već nakon većeg broja prevezenih kilometara dolazi do promjene tehničkog stanja, a time i kvalitete, što uglavnom ovisi o:

- kvaliteti i vrsti motornih vozila
- načinu njihove eksploatacije
- kvaliteti pogonskog goriva i maziva
- kvaliteti održavanja. Broj prevezenih kilometara kada dolazi do promjene odnosno do pogoršanja tehničkog stanja, vrlo je različit i kreće se unutar niže navedenih kilometara: • -putnička vozila - od 100 – 300 ili više tisuća,
- -teretna vozila - od 200 – 600 ili više tisuća,
- -autobusa - od 300 – 800.000 i više tisuća kilometara. Ovako veliki broj prevezenih kilometara danas više i ne iznenađuje u koliko su poznata sva tehnička dostignuća u proizvodnji motornih vozila, ulja, maziva, ali i veliki napredak u tehnici njihovog programiranog održavanja. Dakako, nakon pogoršanja tehničkog stanja motorna vozila, ona više nisu spremna za ekonomsku i sigurnu eksploataciju, već je potrebno donijeti odluku da se takva vozila generalno poprave, ako je to ekonomski opravdano ili se zamijene novima.

Izračun efektivnosti bit će prikazan na autorovom osobnom automobilu Ford Focus Cmax 2006. godina. Prikazano slikom 10.



Slika 10. Osobno vozilo autora

Izvor: izradio autor

Automobil je u vlasništvu autora od prijeđenih 120 tisuća kilometara. Trenutno ima 160 tisuća kilometara, pa će se izračun efektivnosti raditi na prijeđenih 40 tisuća kilometara.

5.1 Pouzdanost automobila

U ovom poglavlju će se izračunati pouzdanost automobila vlasnika, nepouzdanost, intenzitet otkaza i gustoća otkaza. Efektivnost ovisi o pouzdanosti osobnog vozila. Preporučljivo je servisirati vozilo svakih godinu dana ili u intervalu od 10 000 km. Vlasnik se odlučio za interval od svakih 10 000 kilometara iz razloga što svakih godinu dana prijeđe svojim vozilom 10 000 kilometara.

Interval	120 000 km - 130 000km	130 000 km - 140 000 km	140 000 km - 150 000 km	150 000 km - 160 000 km
Motor	1	0	0	0
Transmisija	0	1	0	0
E. uređaj	1	0	0	0
Uređaj za kočenje	0	1	0	0
Ostali sklopovi	3	5	1	10
Suma po intervalu	5	7	1	0
Ukupna suma	5	12	13	23

Tablica 1. Frekvencija otkaza osobnog automobila i suma otkaza

Izvor: izradio autor

Prema tablici 1. vidljiva je frekvencija od 23 otkaza u određenim intervalima u zadanim kilometrima. Odnosno, dogodilo se 23 otkaza unutar 40 000 kilometara. Kako bi došlo do odgovarajućih proračuna, prvo je potrebno odrediti sumu otkaza po intervalu (vidljivo u predzadnjem redu u tablici 1.) i ukupan broj otkaza (vidljivo u zadnjem redu u tablici 1.). Vidljivo je da u zadnjem intervalu nema kvarova što znači da je izvršeno preventivno održavanje interval prije. Suma otkaza se računa tako što se zbroji broj kvarova unutar svakog intervala. Ukupna suma otkaza se računa tako što se zbraja ukpan broj kvarova sa brojem kvarova sadašnjeg intervala.

Nakon što se izračuna suma po intervalu i ukupna suma kvarova, potrebno je izračunati pouzdanost. Pouzdanost je vjerojatnost da će sustav uspješno izvršiti funkciju namjene, bez otkaza i unutar specificiranih granica performansi, uzimajući u obzir prethodno vrijeme korištenja sustava, tijekom specificiranog vremena trajanja zadatka, kada se koristi na propisan način i u svrhu za koju je namijenjen pod specificiranim nivoima opterećenja. Pouzdanost R(t) se računa prema formuli [1.][16]:

$$R(t) = \frac{n-N}{n} \qquad [1.]$$

Prilikom izračuna pouzdanosti, "n" predstavlja ukupan broj otkaza, a "N" predstavlja broj otkaza po intervalu. Iz toga slijedi da je pouzdanost u intervalu od 120 000 km do 130 000 km izračunata prema formuli [2.]:

$$R(120\,000 - 130\,000) = \frac{23-5}{23} = 0.7826086957 \qquad [2.]$$

Na isti način se računa pouzdanost za sljedeći interval. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 2.

Interval	120 000 km - 130 000km	130 000 km - 140 000 km	140 000 km - 150 000 km	150 000 km - 160 000 km
Motor	1	0	0	0
Transmisija	0	1	0	0
E. uređaj	1	0	0	0
Uređaj za kočenje	0	1	0	0
Ostali sklopovi	3	5	1	10
Suma po intervalu	5	7	1	0
Ukupna suma	5	12	13	23
Pouzdanost	0.7826086957	0.4782608696	0.4347826087	0.5652173913

Tablica 2. Pouzdanost osobnog automobila

Izvor: Izradio autor

[16] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Nakon što se izračuna pouzdanost, potrebno je izračunati nepouzdanost sustava. Nepouzdanost sustava računa se na sljedeći način formulom [3.][17]:

$$F(t) = 1 - R(t) \quad [3.]$$

Nepouzdanost u intervalu od 120 000 km do 130 000 km je izračunata prema formuli [4.]:

$$F(120\,000 - 130\,000) = 1 - 0.7826086957 = 0.2173913043 \quad [4.]$$

Na isti način se računa nepouzdanost za sljedeći interval. Dobiveni rezultati nepouzdanosti svih intervala, prikazani su tablicom 3.

Interval	120 000 km - 130 000km	130 000 km - 140 000 km	140 000 km - 150 000 km	150 000 km - 160 000 km
Motor	1	0	0	0
Transmisija	0	1	0	0
E. uređaj	1	0	0	0
Uređaj za kočenje	0	1	0	0
Ostali sklopovi	3	5	1	10
Suma po intervalu	5	7	1	0
Ukupna suma	5	12	13	23
Pouzdanost	0.7826086957	0.4782608696	0.4347826087	0.5652173913
Nepouzdanost	0.2173913043	0.5217391304	0.5652173913	0.4347826087

Tablica 3. Nepouzdanost osobnog automobila

Izvor: Izradio autor

Nakon što se izračuna pouzdanost i nepouzdanost, potrebno je izračunati intenzitet otkaza koji se označava oznakom: "λ". Intenzitet otkaza je gustoća vjerojatnosti otkaza u intervalu t (u ovom radu je to 10000 km), pod uvjetom da do tog trenutka element nije otkazao. To je uvjetna gustoća vjerojatnosti da će element, koji nije bio u kvaru do trenutka t, otkazati u narednom periodu. Značaj funkcije intenziteta otkaza je što ona pokazuje promjenu intenziteta otkaza tijekom vijeka trajanja sustava.

[17] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Primjerice, dva sustava mogu imati istu pouzdanost u određenom trenutku vremena, ali se intenziteti otkaza do tog trenutka mogu razlikovati.

Intenzitet otkaza računa se na sljedeći način formulom [5.][18]:

$$\lambda(t) = \frac{\frac{F(t)}{10000}}{R(t)} \qquad [5.]$$

Prilikom izračuna intenziteta otkaza, "F(t)" predstavlja nepouzdanost, "R(t)" predstavlja pouzdanost, a broj 10000 predstavlja broj kilometara, odnosno jedan interval. Analogno tome, intenzitet otkaza za interval od 120 000 km do 130 000 km je izračunat prema formuli [6.]:

$$\lambda\,(120\,000 - 130\,000) = \frac{\frac{0.2173913043}{10000}}{0.7826086957} = 2.7 \times 10^{-5} \qquad [6.]$$

Na isti način, intenzitet otkaza se računa za sljedeći interval. Dobiveni rezultati intenziteta otkaza za ostale intervale su prikazani tablicom 4.

Interval	120 000 km - 130 000km	130 000 km - 140 000 km	140 000 km - 150 000 km	150 000 km - 160 000 km
Motor	1	0	0	0
Transmisija	0	1	0	0
E. uređaj	1	0	0	0
Uređaj za kočenje	0	1	0	0
Ostali sklopovi	3	5	1	10
Suma po intervalu	5	7	1	0
Ukupna suma	5	12	13	23
Pouzdanost	0.7826086957	0.4782608696	0.4347826087	0.5652173913
Nepouzdanost	0.2173913043	0.5217391304	0.5652173913	0.4347826087
Intenzitet otkaza	2.7X10^-5	1.09X10^-4	1.3X10^-4	7.692X10^-5

Tablica 4. Intenzitet otkaza osobnog automobila

Izvor: Izradio autor

[18] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Nakon intenziteta otkaza, potrebno je izračunati gustoću otkaza. Gustoća otkaza računa se na način da se sumu po intervalu podijeli sa umnoškom ukupnog broja otkaza i 10000 km (jedan interval). To je prikazano formulom [7.][19]:

$$f(t) = \frac{Suma\ po\ intervalu}{ukupan\ broj\ otkaza \times 10000} \quad [7.]$$

Analogno tome, gustoća otkaza za interval od 120 000 km do 130 000 km je izračunata prema formuli [8.]:

$$f(120\,000 - 130\,000) = \frac{5}{23 * 10000} = 2.17X\ 10 - 5 \quad [8.]$$

Na isti način, gustoća otkaza se računa i za ostale intervale. Dobiveni rezultati intenziteta otkaza za ostale intervale su prikazani u tablici 5.

Interval	120 000 km - 130 000km	130 000 km - 140 000 km	140 000 km - 150 000 km	150 000 km - 160 000 km
Motor	1	0	0	0
Transmisija	0	1	0	0
E. uređaj	1	0	0	0
Uređaj za kočenje	0	1	0	0
Ostali sklopovi	3	5	1	10
Suma po intervalu	5	7	1	0
Ukupna suma	5	12	13	23
Pouzdanost	0.7826086957	0.4782608696	0.4347826087	0.5652173913
Nepouzdanost	0.2173913043	0.5217391304	0.5652173913	0.4347826087
Intenzitet otkaza	2.7X10^-5	1.09X10^-4	1.3X10^-4	7.692X10^-5
Gustoća otkaza	2.17X10^-5	5.22X10^-5	5.65X10^-5	1X10^-4

Tablica 5. Gustoća otkaza osobnog vozila
Izvor: Izradio autor

[19] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Kako bi se izračunala efektivnost, potrebno je izračunati raspoloživost. Spremnost (raspoloživost ili pripravnost) prometnog sredstva i/ili sustava je vjerojatnosna funkcija stanja koja pokazuje sposobnost za otpočinjanje izvršenja funkcije namjene u bilo kojem trenutku vremena unutar vremenskog intervala t (u ovom radu je interval stavljen svakih 10 000km). Kod svih prometnih sredstava se računa operativna spremnost . Operativna spremnost ili pripravnost je složeni pokazatelj efektivnosti, koji s jedne strane pokazuje razinu pouzdanosti sustava, izraženu kroz srednje vrijeme između kvarova, a s druge strane učinkovitost, organiziranost i tehnološku kakvoću sustava održavanja i ukupne integralne logističke potpore, izraženu kroz srednje vrijeme zastoja zbog održavanja.

U operativnoj spremnosti je prikrivena ili implicitno sadržana i pogodnost tehničkoga sustava za održavanje (maintainability). Što je tehnički sustav pogodniji za održavanje, biti će kraće vrijeme aktivnog održavanja pa i ukupna vremena zastoja zbog održavanja te će biti veća operativna spremnost. Operativna raspoloživost se računa prema formuli [9.][20]:

$$A(t) = \frac{Broj\ radnih\ sati\ između\ servisa}{Broj\ radnih\ sati\ između\ servisa + Sati\ popravka} \qquad [9.]$$

Analogno tome, raspoloživost osobnog vozila za interval od 120 000 km do 130 000 km je izračunata po formuli [10.]:

$$A(120\,000 - 130\,000) = \frac{720}{720+16} = 0.97826087 \qquad [10.]$$

[20] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

Na isti način se raspoloživost računa za ostale intervale. Dobiveni rezultati raspoloživosti su prikazani u tablici 6.

Prijeđeni kilometri između servisa	Broj radnih sati između servisa	Sati popravka	Raspoloživost
10000	720	16	0.97826087
10000	801	16	0.980416157
10000	952	8	0.991666667
10000	1065	2	0.998125586

Tablica 6. Raspoloživost osobnog vozila.
Izvor izradio autor

Nakon izračuna raspoloživosti, dostupni su svi parametri kako bi se izračunala efektivnost osobnog vozila. Efektivnost je mjerilo sposobnosti prometnoga sustava za ostvarenje očekivanih, planiranih i/ili zadanih općih i posebnih (specifičnih) ciljeva, sukladno raspoloživim resursima, postojećem ustroju i strukturi.[21] Efektivnost se računa prema formuli [11.][22]:

$$E(t) = K \times A(t) \times R(t) \qquad [11.]$$

Gdje "K" predstavlja funkcionalnu prilagodljivost koja iznosi 0.9. Analogno tome, Efektivnost za interval od 120 000 km do 130 000 km je izračunat prema forumuli [12.]:

$$E(120\,000 - 130\,000) = 0{,}9 \times 0.7826086957 \times 0.97826087 = 0.6890 \qquad [12.]$$

[21] Klisura, F. Prilog određivanju efikasnosti rada sustava tehničkih pregleda vozila u cilju poboljšanja održavanja motornih vozila. Disertacija, Zenica: MFZ; 2014.
[22] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

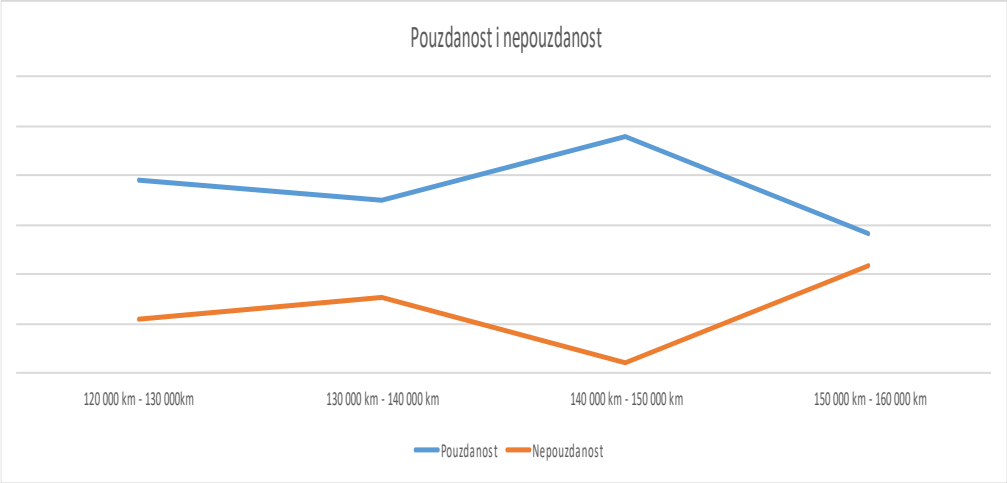
Na isti način se efektivnost računa i za ostale intervale. Dobiveni rezultati efektivnosti za sve intervale, prikazani su u tablici 7.

Interval	Pouzdanost	Raspoloživost	Funkcionalna prilagodljivost	Efektivnost
120 000 km - 130 000km	0.7826086957	0.97826087	0.9	0.6890
130 000 km - 140 000 km	0.4782608696	0.980416157	0.9	0.4220
140 000 km - 150 000 km	0.4347826087	0.991666667	0.9	0.3880
150 000 km - 160 000 km	0.5652173913	0.998125586	0.9	0.5077
UKUPNA PROSJEČNA EFEKTIVNOST	/	/	/	0.501675

Tablica 7. Efektivnost osobnog vozila
Izvor: Izradio autor

5.2 Analiza rezultata

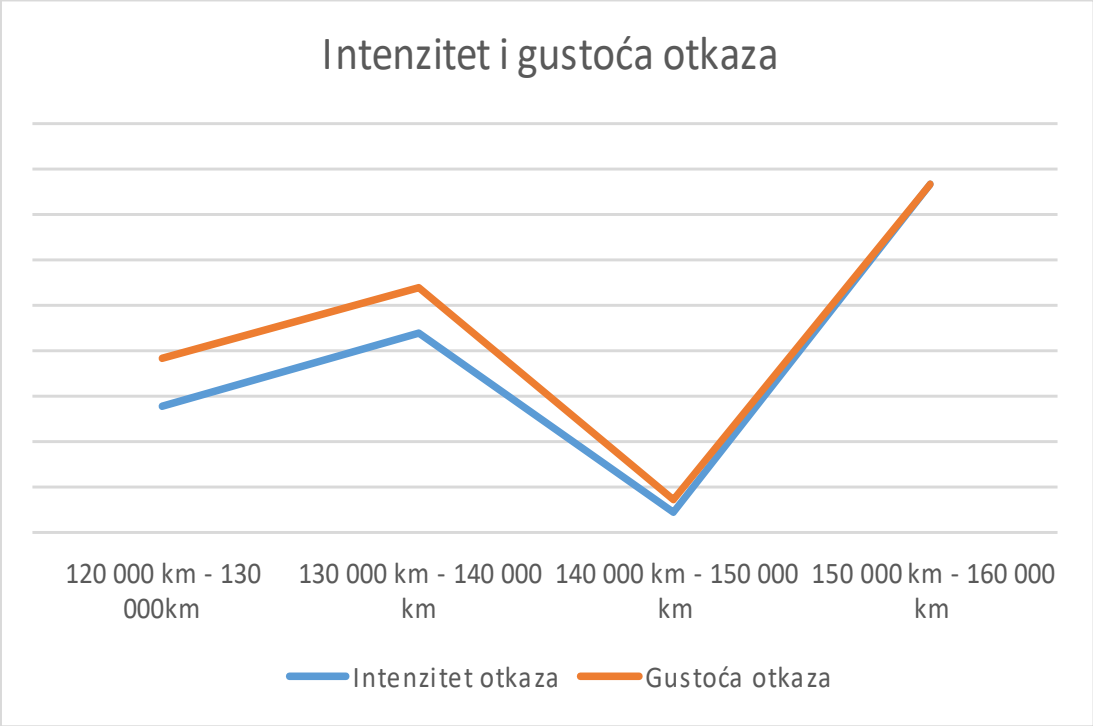
Nakon dobivenih rezultata, odnosno nakon što se izračunala pouzdanost, nepouzdanost, intenzitet otkaza, gustoća otkaza, raspoloživost i efektivnost, potrebno je analizirati ponašanje sustava tijekom svakog intervala. S obzirom da je autor nabavio rabljeno osobno vozilo, moguće je da vlasnik prije autora nije održavao osobno vozilo prema uputama proizvođača te ga nije koristio adekvatno uputama proizvođača. Pouzdanost i nepouzdanost sustava prikazana je grafikonom 1.



Grafikon 1. Prikaz pouzdanosti i nepouzdanosti

Izvor: Izradio autor.

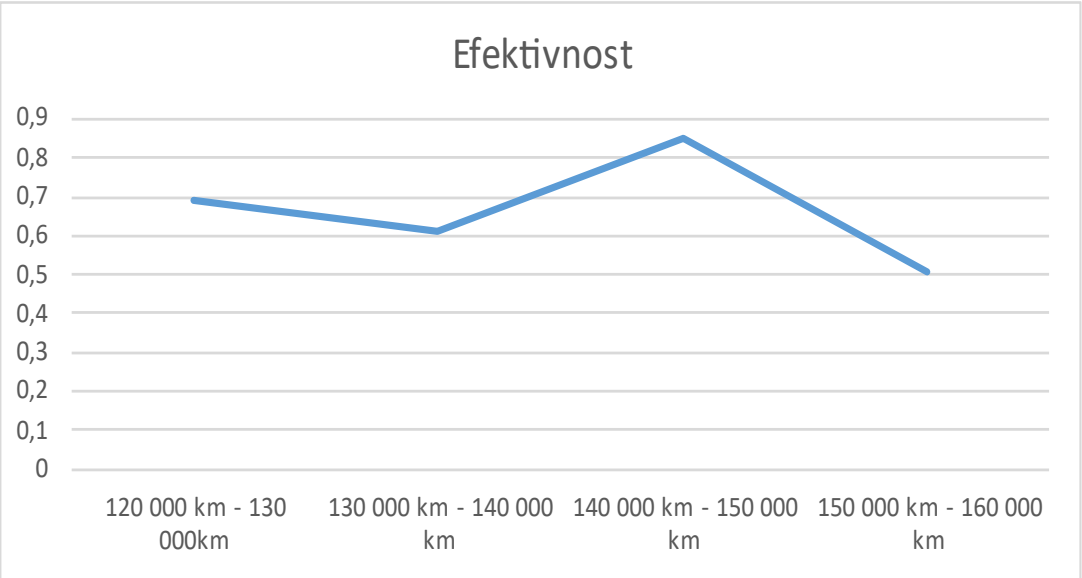
Isto tako, ako se pogleda odnos između intenziteta otkaza i gustoće otkaza, vidljivo je kako oba parametra imaju rast sve do prvog intervala, nakon čega slijedi pad iz razloga što su se zamijenile neispravne komponente koje su izgubile svoju funkciju. To se dogodilo pretpostavkom da se vozilo nije održavalo redovno te su se ignorirali kvarovi i loša funkcionalnost osobnog vozila. Prema grafikonu 2., prikazan je odnos između intenziteta otkaza i gustoće otkaza.



Grafikon 2. Intenzitet i gustoća otkaza

Izradio autor

Efektivnost je prikazana grafikonom broj 3. Vidi se da održavanje utječe na efektivnosti između drugog i trećeg intervala gdje efektivnost raste. Uobičajeni pad je u prvom intervalu zbog nedostatka održavanja, te u zadnjem intervalu zbog većeg i dužeg korištenja vozila.



Grafikon 3. Efektivnost osobnog vozila

Izvor: Izradio autor

Ovisnost efektivnosti osobnog vozila dobivena je na osnovu vrijednosti pouzdanosti i spremnosti uz uvjet konstantne funkcionalne pogodnosti. Veća vrijednost operativne spremnosti zahtjeva vrlo dobro osmišljen, organiziran i pripremljen sustav održavanja kako bi vrijeme održavanja bilo što manje. Veća vrijednost pouzdanosti omogućava veće srednje vrijeme između kvarova i srednje vrijeme između održavanja i samim time manje zahtjeva od održavanja. Analogno tome, ostvarivanje visoke efektivnosti prometnog sredstva je srazmjerno složena i teška zadaća, koja mora uzeti u obzir mnoštvo čimbenika počevši od operativnih zahtjeva, tehničkih značajki, funkcije namjene, zahtjeva sigurnosti, uvjeta uporabe, logističkih, ekonomskih i drugih uvjeta i ograničenja.

Iz provedenih izračuna, može se zaključiti da je efektivnost funkcija vremena čija vrijednost ovisi o intenzitetu i načinu eksploatacije (operativnoj uporabi) te kao vjerojatnosna funkcija prikazana je na grafu 3. na temelju prosječnog vremena rada u kilometrima.

6 ZAKLJUČAK

Kako bi se povećala pouzdanost, a samim time i efektivnost tehničkog sustava, potrebno je djelovati na pouzdanost. Transportna sredstva pripadaju skupini tehničkih sredstava i zbog toga njihova pouzdanost ponajviše ovisi o njihovu održavanju. Njihovo održavanje trebalo bi biti preventivno i korektivno, odnosno kombinirano, čak i nakon pojave kvara. Svako transportno sredstvo ima svoj vijek trajanja, a održavanje u tome ima veliku ulogu i produžuje taj vijek ako je sredstvo redovito i ispravno održavano. Glavni i osnovni smisao održavanja je smanjenje i izbjegavanje broja otkaza.

Što je veća pouzdanost i raspoloživost prometnoga sredstva, njegovih podsustava i dijelova manja će biti učestalost kvarova (intenzitet otkaza). Što je veća pogodnost za održavanje, što je bolje organiziran sustav održavanja i opskrbe pričuvnim dijelovima bit će kraće vrijeme zastoja zbog održavanja i veća će biti efektivnost sustava. Što je osoblje koje održava prometna.

Efektivnost sustava je povezana s pojavom kvara pojedinih dijelova, podsustava ili cijelog sustava. To znači da je efektivnost prometnoga sredstva ili sustava u kvaru jednaka nuli a nakon otklanjanja kvara njegova efektivnost je realna vrijednost u području [0,1]. Tako se vrijednost efektivnosti određenog prometnoga sredstva ili sustava tijekom uporabe neprestano mijenja, ovisno o njegovom trenutačnom tehničkom i svekolikom drugom stanju.

Poznato je da se gubitak funkcionalnosti tehničkih sustava ne može izbjeći, ali se može utjecati na smanjenje troškova koji nastaju tijekom njihove eksploatacije. Upravo zato je važna organizacija sustava održavanja. Potrebno je istaknuti ljudski čimbenik koji ima veliku ulogu u sustavu održavanja. Osoblje mora biti stručno i sposobno za svoje područje rada, kako bi održavanje bilo učinkovito.

LITERATURA

[1.] Janković Z.: Tehnički sistemi zaštite II, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2012.

[2.] Marvin, I., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.

[3.] Belak, S.: Terotehnologija, skripta, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2004.

[4.] Todorović J. Održavanje motornih vozila - osnovi teorije održavanja. Beograd: Mašinski fakultet; 1984.

[5.] Bazijanac, E., Božić, D., Budimir, D.: Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[6.] Nastavni materijali s predavanja, Održavanje cestovnih vozila, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017./2018.

[7.] Blanchard, BS, System Engineering Management, John Wiley & Sons, NY, 1991, str.28

[8.] Klisura, F. Prilog određivanju efikasnosti rada sustava tehničkih pregleda vozila u cilju poboljšanja održavanja motornih vozila. Disertacija, Zenica: MFZ; 2014.

[9.] Budimir D.:Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, ak. god. 2020./2021.

[10.] Sebastijanović S.: Osnove održavanja strojarskih konstrukcija. Strojarski fakultet Slavonski Brod, 2002

[11.] Kondić V., Horvat M., Maroević F.: Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila, Tehnički glasnik 7, 1, 2013

POPIS SLIKA

Slika 1. Troškovi životnog vijeka

Slika 2. Ukupni troškovi u životnom vijeku tehničkog sustava

Slika 3. Skraćeni slijed dizajniranih aktivnosti

Slika 4. Prikaz faza korektivnog održavanja

Slika 5. Prikaz faza preventivnog održavanja

Slika 6. Pojednostavljeni prikaz sustava održavanja složenog tehničkog sustava

Slika 7. Proces održavanja sustava (aktivnosti i resursi)

Slika 8. Prikaz usporedbe razina održavanja

POPIS TABLICA

Tablica 1. Frekvencija otkaza osobnog automobila i suma otkaza

Tablica 2. Pouzdanost osobnog automobila

Tablica 3. Nepouzdanost osobnog automobila

Tablica 4. Intenzitet otkaza osobnog automobila

Tablica 5. Gustoća otkaza osobnog vozila

Tablica 6. Raspoloživost osobnog vozila

Tablica 7. Efektivnost osobnog vozila

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz pouzdanosti i nepouzdanosti

Grafikon 2. Intenzitet i gustoća otkaza

Grafikon 3. Efektivnost osobnog vozila

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 mojega 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 Utjecaj održavanja na efektivnost tehničkog sustava osobnog automobila, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 29.05.2022.

(ime i prezime, *potpis*)