



Journal of Engineering and Management

Volume 2 / No 1 / March 2024 / 13 - 19

UDK 658.58:621-7]:005.22

DOI <http://dx.doi.org./10.7251/JEM2402013R>

Case study

Process of maintenance of technical systems

Proces održavanja tehničkih sistema

M. Radovanović*¹, Ž. Đurić¹

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Fakultet za proizvodnju i menadžment Trebinje, Vojvode Stepe Stepanovića bb, Trebinje, Bosna i Hercegovina

Abstract: *The importance of maintenance in companies directly affects the basic factors of production and can have a very favorable effect (if well implemented) on the achievement of positive business results. Well-implemented maintenance directly affects the reduction of production and business costs. Technical maintenance of the system is a set of procedures and activities whose purpose is to prevent the occurrence of a state of failure or downtime, as well as to return the system to a working state after the occurrence of a state of failure in the shortest time and with the least possible costs, under the given environmental and organizational conditions of work. This paper provides an example of the general vehicle maintenance procedure for freight and passenger transport, in which the sequence and method of performing activities and the responsibility of participants in the process of preventive and corrective vehicle maintenance are defined, which enables the transport processes to take place in terms of the technical correctness of the vehicle. The goal of the fleet maintenance process is to transform the vehicles from the state of "not ready for work" to the state of "ready for work" so that they are available for carrying out the transport process.*

Key words: *technical vehicle maintenance, procedure, transport*

Apstrakt: *U preduzećima, na glavne faktore proizvodnje, u velikoj mjeri utiče održavanje, koje ima vrlo pozitivan uticaj na postizanje dobrih poslovnih rezultata, ukoliko se sprovodi na adekvatan način. Takođe, adekvatno sprovedeno održavanje nesporno utiče i na niže troškove proizvodnje i cjelokupnog poslovanja. Tehničko održavanje sistema (mašina i postrojenja) obuhvata postupke koji imaju za cilj da spriječe pojavu stanja u otkazu ili zastoju, kao i da vrate sistem iz stanja u otkazu ponovo u stanje u radu u što kraćem vremenskom periodu i sa što nižim troškovima, a da se pri tome uzmu u obzir uslovi okoline i organizacije rada. U ovom radu je dat primjer opšte procedure održavanja vozila za teretni i putnički transport, u kojoj je definisan redoslijed i način na koji se izvode aktivnosti u procesu preventivnog i korektivnog održavanja vozila koji omogućava odvijanje transportnih procesa u smislu tehničke ispravnosti vozila. Glavni cilj cjelokupnog procesa održavanja vozila jeste da se vozila vrate u stanje „u radu“ nakon što su dospjela u stanje „u otkazu“, kako bi bila dostupna i svrsishodna za obavljanje transportnog procesa.*

Ključne riječi: *tehničko održavanje vozila, procedura, transport*

1 UVOD

Tehničko održavanje sistema (mašina i postrojenja) obuhvata postupke koji imaju za cilj da spriječe pojavu stanja u otkazu ili zastoju, kao i da vrate sistem iz stanja u otkazu ponovo u stanje u radu u što kraćem vremenskom periodu i sa što nižim troškovima, a da se pri tome uzmu u obzir uslovi okoline i organizacije rada.[1].

Osnovni ciljevi koji treba da se postignu procesom održavanja su: obezbjeđenje potrebnog nivoa pouzdanosti tehničkih sistema u procesu eksploatacije; minimiziranje ukupnih troškova održavanja; sprečavanje i ograničavanje zastarjevanja tehničkih sistema; postizanje boljeg kvaliteta proizvoda; povećanje produktivnosti u proizvodnji; čuvanje svih

*milica.radovanovic@fpm.ues.rs.ba

raspoloživih resursa u preduzeću; isporuka proizvoda kupcima na vrijeme i slično.

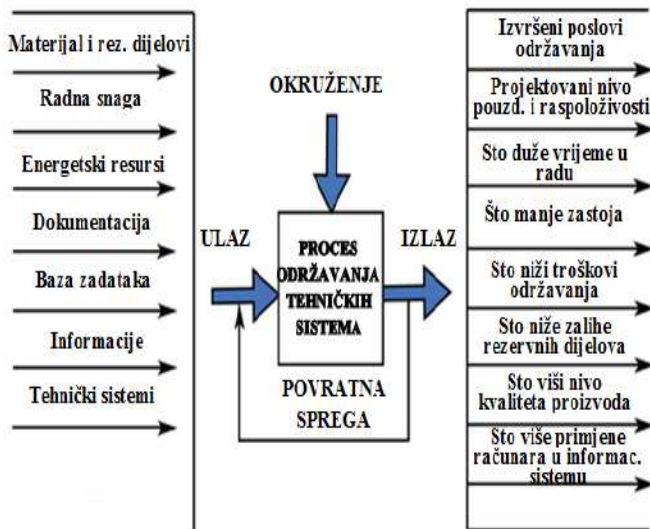
Da ove ciljeve nije lako postići, govori podatak, prema istraživanju različitih autora, da za prosječno trajanje od 10 godina bilo kog tehničkog sistema troškovi održavanja čine oko 60 % od vrijednosti investicije tehničkog sistema [2].

Proces održavanja se sastoji od skupa aktivnosti ili operacija koje se provode tokom eksploatacije tehničkih sistema, a čiji je zadatak da provode preventivne aktivnosti radi sprečavanja otkaza ili zastoja, kao i da otkaz ili zastoj što efikasnije otklone, u koliko se dese.

2 PRISTUP ODRŽAVANJU TEHNIČKIH SISTEMA

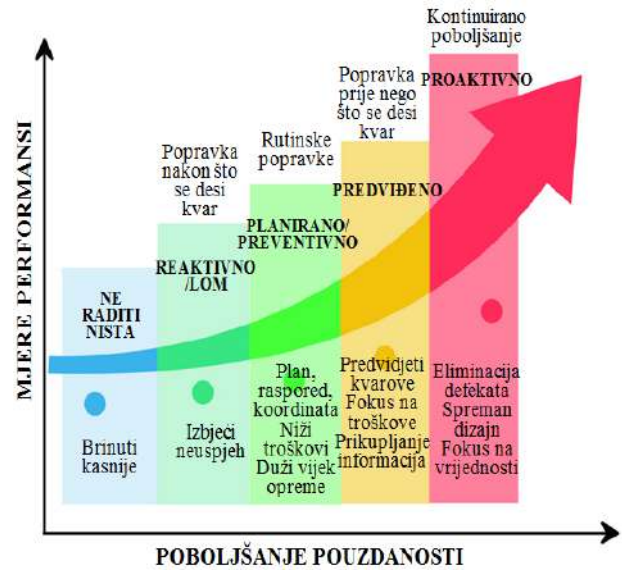
Održavanje u preduzeću definisano je 1963. godine kao funkcija kojom je omogućena stalna funkcionalna sposobnost i trajnost proizvodnih postrojenja i opreme, što je postignuto kroz adekvatnu kontrolu i vršenje popravki i revizije nad postrojenjima [3].

Proces održavanja tehničkih sistema se može analizirati metodama integralnog sistemskog prilaza, kao što je prikazano na Slici 1.



Slika 1 Sistemski prilaz održavanju [1]

Evolucija pristupa održavanju u posljednjih pedeset godina može se predstaviti putem grafikona prikazanog na Slici 2.



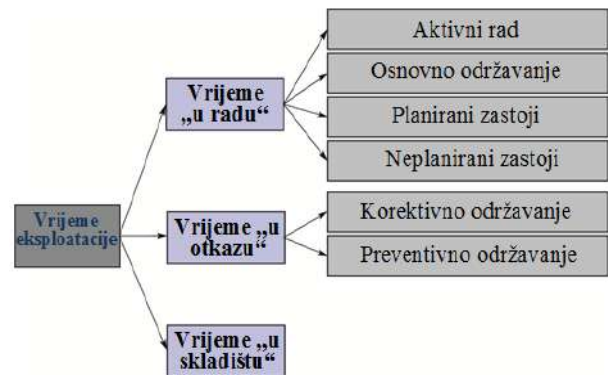
Slika 2 Glavni pristupi održavanju [4]

3 PROCES ODRŽAVANJA

Održavanje tehničkih sistema je process koji se može definisati i sa dvije slučajne varijable i to [5]:

- Prva slučajna varijabla, koja je definisana konstrukcijom i pouzdanošću tehničkog sistema je ukupno vrijeme koje protekne sve do trenutka kada se izvršava operacija održavanja.
- Druga slučajna varijabla, koja je određena kvalitetom sistema upravljanja održavanjem, kao i pogodnošću za samim održavanjem je vrijeme koje protekne tokom izvođenja operacije održavanja.

Struktura stanja tehničkog sistema predstavljena je na Slici 3.



Slika 3 Struktura tehničkog sistema koji je u procesu eksploatacije [5]

Osnovno održavanje transportnih sistema obuhvata aktivnosti čišćenja, podmazivanja, snabdijevanja gorivom i mazivom, kontrole i pregleda stanja [5].

Planirani (opravdani) zastoji podrazumijevaju vremenski interval u kome operater koristi svoj zakonom predviđeni i planirani odmor, ili kada se vrše popravke i revizije, kao i podešavanje tehničkog sistema za rad [5]. Ovo su redovni tehnički zastoji u okviru kojih sistem ne radi (zbog kašnjenja operatera, lošeg planiranja posla ili kašnjenja radnog naloga, zbog problema sa snabdijevanjem energentima i slično) ali se nalazi u radnom procesu i koji se mogu planirati u okviru cjelokupnog procesa održavanja. Korektivno ili neplansko održavanje, koje je uzrokovano otkazom se može izvoditi operacijama korektivnog održavanja i popravke.

Preventivno ili plansko održavanje, treba da ima za cilj sprečavanje stanja u otkazu te obezbjeđenje stalne pouzdanosti sistema kroz preventivne zamjene dijelova i preuzimanje drugih preventivnih akcija [5].

Da bi preduzeće efikasno izvršilo proces održavanja tokom eksploatacije, treba obuhvatiti i sljedeće stavke [7]:

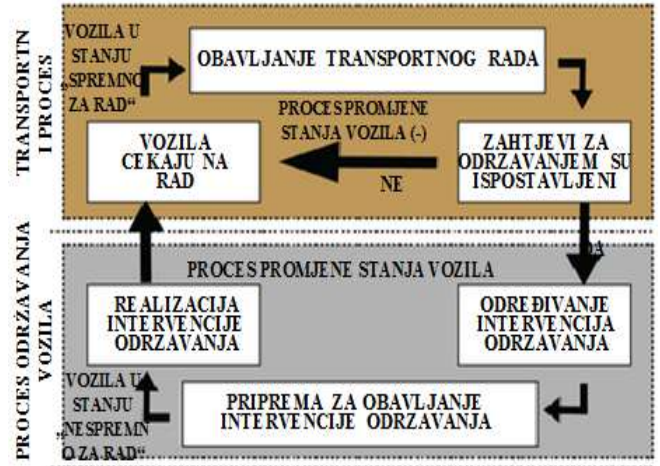
- kvalitetno stručno osoblje,
- pričuvni dijelovi,
- potrebni objekti i oprema,
- odgovarajuća tehnička dokumentacija,
- finansijska sredstva potrebna za izvršenje održavanja.

3.1 Proces održavanja voznih parkova

Glavni cilj cjelokupnog procesa održavanja voznih parkova jeste da se vozila vrata u stanje „u radu“ nakon što su dospjela u stanje „u otkazu“, kako bi bila dostupna i svrsishodna za obavljanje transportnog procesa, kao što je prikazano na Slici 4, čime se direktno sprovodi i osnovni cilj i djelatnost transportnog preduzeća.

Nakon što je upućen zahtjev za održavanjem nekog transportnog sredstva, trebaju se odrediti intervencije i potrebni uslovi (kvalifikovani radnici, neophodne radne površine, materijali, oprema i slično), kako bi se održavanje moglo uspješno provesti. Dok se izvode same intervencije održavanja, vozila su u tom vremenskom intervalu u stanju „nespremno za rad“ i ne mogu biti upotrebljiva za provođenje transportnog procesa. Vozila mogu poslati zahtjev za održavanjem ili u unaprijed dogovorenim vremenskim intervalima ili

u slučajnim trenucima kada neplanski dođe do pojave kvara ili otkaza.



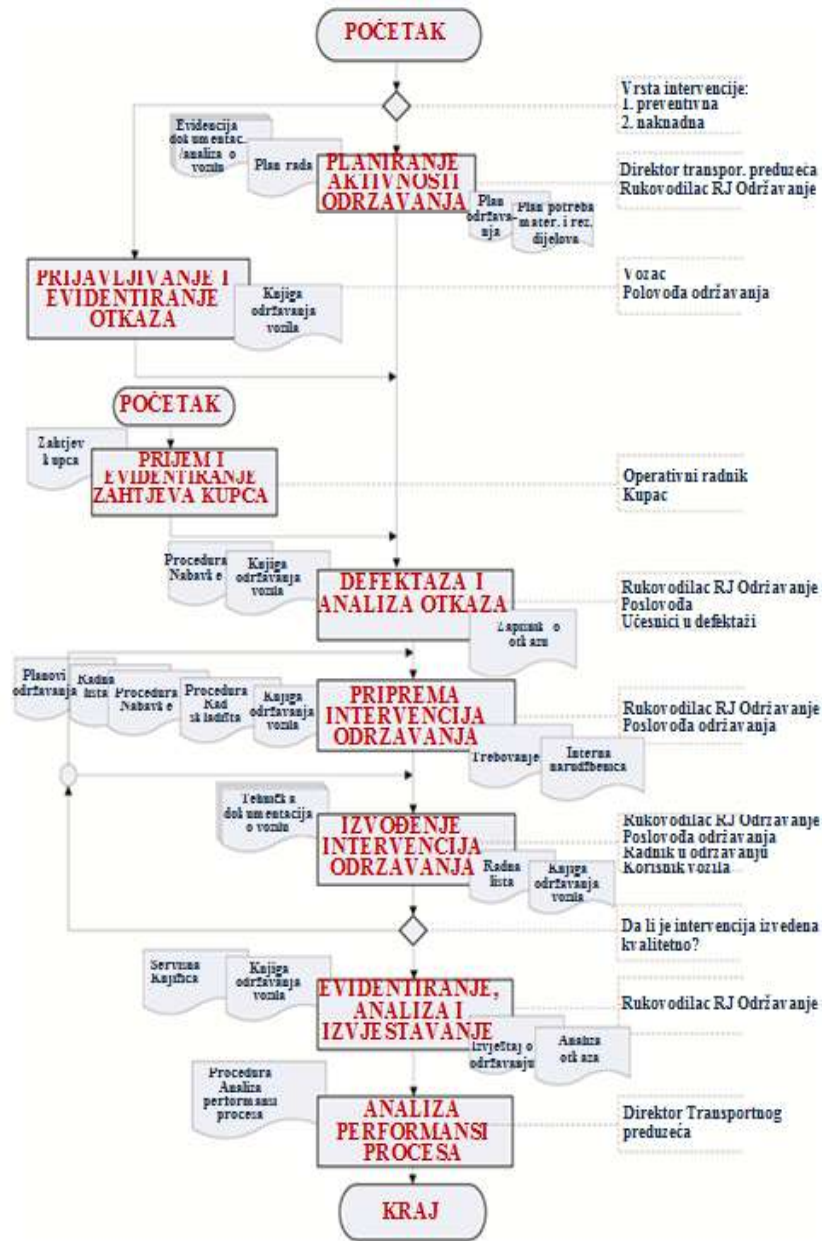
Slika 4 Šema periodičnog smjenjivanja stanja vozila tokom njihovog eksploatacionog vijeka [6]

Nakon sprovedene intervencije održavanja (ili u sopstvenim preduzećima ili u servisima drugih specijalizovanih preduzeća) na transportnim vozilima se vrše procesi kontrole u smislu iskorištenja materijala i potrebnih dijelova, kao i samog kvaliteta izvršenja intervencije. Po završetku ovih aktivnosti se na osnovu dokumentacije i baze podataka izrađuju izvještaji koji se obrađuju putem raznih analiza, na osnovu kojih je moguće donijeti odluke o eventualnim izmjenama i mjerama poboljšanja procesa održavanja.

4 PRIMJER PROCEDURA ODRŽAVANJA VOZILA ZA TERETNI I PUTNIČKI TRANSPORT

U nastavku je dat primjer opšte procedure održavanja vozila za teretni i putnički transport, u kojoj je definisan redoslijed i način izvođenja aktivnosti i odgovornost učesnika u procesu preventivnog i korektivnog održavanja vozila koji omogućava odvijanje transportnih procesa u smislu tehničke ispravnosti vozila. Osnovna funkcija je podrška ispunjavanju planova transportnog preduzeća koji se manifestuje kroz praćenje i korekciju tehničkog stanja vozila iz programa teretnog i putničkog transporta.

Proces održavanja vozila prikazan je dijagramom toka na Slici 5, a potom je dato pojašnjenje svih aktivnosti pojedinačno.



Slika 5 Dijagram toka procesa održavanja vozila

Planiranje aktivnosti održavanja

Planiranje preventivnih aktivnosti održavanja vozila vrši rukovodilac RJ Održavanje, pod nadzorom direktora Transportnog preduzeća, na osnovu sledećih podloga:

- evidencije o vozilu,
- plana korištenja vozila,
- evidencije i analize o održavanju vozila.

Planiranjem je obuhvaćen:

- *Plan resursa* - potreba i dinamike obezbeđenja materijala i rezervnih dijelova, alata i drugih elemenata,
- *Plan investicionog održavanja*, kao dio *Proizvodno-finansijskog plana* preduzeća.

Prijavljivanje i evidentiranje otkaza

Svaki otkaz ili promjene u toku rada vozila uočava i prijavljuje vozač. Otkazi se prijavljuju poslovođi. Prilikom prijavljivanja otkaza, podnosilac prijave je dužan da saopšti sljedeće podatke:

- oznaku i naziv vozila na kome je otkaz nastao,
- lokaciju vozila,
- vrijeme nastanka i kratak opis otkaza i
- mišljenje o kritičnosti otkaza u pogledu potrebe zaustavljanja dijela odgovarajućeg procesa rada, bezbjednosti učesnika i imovine, odnosno hitnosti intervencije.

Prijavljene otkaze vozila poslovođa evidentira u *Knjigu održavanja vozila*. U *Knjigu održavanja* evidentiraju se i eventualni otkazi uočeni u toku dnevnih i periodičnih pregleda.

Prijem i evidentiranje zahtjeva kupca

Zahtjevi kupca prispjevaju u Transportno preduzeće na jedan od sljedećih načina:

- usmenim, direktnim ili telefonskim kontaktom kupca sa rukovodiocem RJ Održavanje,
- pisanim zahtjevom (telefaks ili e-mail).

U slučaju kada klijent - kupac podnosi zahtjev za uslugom održavanja, radni nalog se otvara kod operativnog radnika koji je zadužen za rad sa klijentima-kupcima. Poslije otvaranja radnog naloga za klijente (kupce), klijenti se upućuju na utvrđivanje stanja – „defektažu“.

Defektaža i analiza otkaza

Defektaža

Odluku o potrebi defektaže donosi poslovođa održavanja na osnovu karaktera otkaza navedenog prilikom prijavljivanja i vrste vozila na kome je otkaz nastao.

U slučaju kada ocijeni da je defektaža neophodna, poslovođa održavanja određuje izvršioce koji, uvidom u stanje vozila, vrše defektažu. Nakon izvedene defektaže, vozilo se upisuje u *Knjigu održavanja vozila* sa opisom otkaza, uzroka otkaza, načina opravke i prijedlogom načina sprečavanja istog otkaza u daljem radu u predviđeno polje prijave otkaza.

Analiza otkaza

Analizu otkaza, ako je ona potrebna, vrši rukovodilac RJ Održavanje. Analiza se izvodi radi donošenja odluke o načinu otklanjanja otkaza i to:

- Otkaz se može otkloniti sopstvenim kapacitetima održavanja - procedura se nastavlja aktivnošću pripreme intervencije održavanja,

- Otkaz se ne može otkloniti sopstvenim kapacitetima održavanja – rukovodilac RJ Održavanje organizuje angažovanje internog servisera iz drugog sektora,
- Otkaz se ne može otkloniti sopstvenim kapacitetima održavanja – rukovodilac RJ Održavanje organizuje angažovanje servisera ili
- Otkaz nije kritičan (ne zahtijeva hitnu intervenciju) i njegovo otklanjanje se može planirati i izvesti u sklopu aktivnosti preventivnog održavanja.

U slučaju potrebe, rukovodilac RJ Održavanje na internom dopisu sačinjava *Zapisnik o otkazu*.

Priprema intervencija održavanja

Priprema dokumentacije

U skladu sa planovima i potrebama proizašlim na osnovu stanja utvrđenog periodičnim pregledima i podataka iz knjige održavanja, poslovođa vrši pripremu i izdavanje dokumenata *Radna lista* operativnim radnicima u procesu održavanja.

Angažovanje specijalizovane organizacije – servisera

Angažovanje specijalizovane organizacije na izvođenju aktivnosti održavanja (intervencije održavanja za koje Transportno preduzeće ne posjeduje odgovarajuće resurse) na prijedlog rukovodioca RJ Održavanje, vrši Nadležni menadžer nabavke, u saradnji sa direktorom Transportnog preduzeća.

Obezbjedenje resursa

Obezbjedenje materijala i rezervnih dijelova: Materijal i rezervni dijelovi, u zavisnosti od njihove raspoloživosti, obezbjeđuju se:

- izuzimanjem iz skladišta putem Izdatnice materijala, na osnovu odredbi dokumenta - Procedure: *Rad skladišta*,
- blagovremenom nabavkom, na osnovu odredbi dokumenta - Procedure: *Nabavka*.

Izrada rezervnih dijelova: Ako se rezervni dijelovi mogu izraditi u Transportnom preduzeću, rukovodilac RJ Održavanje organizuje izradu dokumentacije i izradu dijelova. U slučaju kada se rezervni dijelovi ne mogu obezbjeđiti izradom u Transportnom preduzeću Rukovodilac RJ Održavanje postupa u skladu sa odredbama dokumenta - Procedure: *Nabavka*.

Izvođenje intervencija održavanja

Preventivne intervencije

Preventivne intervencije podrazumjevaju sljedeće aktivnosti:

- Dnevne preglede, kao stalnu aktivnost, vrše korisnici vozila, svakog dana prije početka rada. Korisnici vozila su dužni da uočene nedostatke prijave dispečeru.
- Periodične preglede izvode, na osnovu preporuka iz dokumentacije proizvođača vozila, izvršioци koje odredi poslovođa održavanja.
- Zamjenu potrošnih dijelova, sklopova, fluida i podmazivanje vrše, na osnovu uputstava proizvođača, korisnici vozila ili radnici u održavanju koje odredi nadležni poslovođa radionice.
- Remont vozila se izvodi po potrebi na osnovu pojave istrošenosti pojedinih sklopova.
- Naknadne planske intervencije.

Korektivne intervencije

Poslovođa održavanja, po izvršenoj pripremi, određuje izvršioce, daje im potrebna uputstva i upućuje na mjesto izvođenja intervencije. Izvršioци aktivnosti postupaju prema opisu rada u *Radnoj listi* i usmenim uputstvima poslovođe. Ukoliko postoji potreba za određenim dijelovima ili materijalom, poslovođa izdaje *Trebovanje*, radi preuzimanja materijala i rezervnih dijelova iz skladišta.

Kontrola – provjera i probni rad

Po završenoj aktivnosti, rukovodilac RJ Održavanje, u prisustvu korisnika vozila, poslovođe i izvršioца aktivnosti, provjerava kvalitet izvedene aktivnosti (pregledom, mjerenjem ili probnim radom). Nakon provjere su moguće ocjene:

- *Kvalitet je zadovoljavajući* - unose se odgovarajući podaci i zatvara radni nalog ili knjiga održavanja. Procedura se nastavlja aktivnošću evidentiranja izvedene aktivnosti, ili
- *Kvalitet je nezadovoljavajući* - procedura se ponavlja od aktivnosti izvođenja ili pripreme aktivnosti, u zavisnosti od karaktera uzroka lošeg kvaliteta.

Evidentiranje, analiza i izvještavanje

Evidentiranje aktivnosti održavanja

Intervencije održavanja evidentira rukovodilac RJ Održavanje u:

- *Knjizi održavanja*, unošenjem vremena zaključenja *Radnih lista* i
- *Servisnoj knjižici vozila* – intervencije podmazivanja, periodični preglede, remont i podaci o ključnim izmjenama na vozilu nastalim nakon intervencija održavanja.

Analiza aktivnosti održavanja i izvještavanje

Rukovodilac RJ Održavanje, uvidom u evidenciju o izvršenim aktivnostima održavanja, vrši analizu aktivnosti održavanja u pogledu: kvaliteta izvedenih aktivnosti – analizom prigovora i zapažanja od korisnika vozila, stanja vozila nakon intervencija, vremena zastoja vozila zbog izvođenja aktivnosti, vremena trajanja, kritičnosti, uzroka i troškova održavanja.

Izveštavanje o aktivnostima održavanja

Na osnovu izvršenih analiza i evidencije o izvedenim intervencijama rukovodilac RJ Održavanje sačinjava *Izveštaj o održavanju* sa podacima o stepenu ostvarenja planova održavanja, opterećenju kapaciteta na poslovima održavanja i potrošnji materijala i rezervnih dijelova i prijedlozima korektivnih mjera.

Analiza performansi procesa

Analiza procesa održavanja vozila vrši se na osnovu mjesečnih, kvartalnih i godišnjih izvještaja.

Analizu izrađuje direktor Transportnog preduzeća, u saradnji sa rukovodiocem RJ Održavanje, po proceduri *Analiza performansi procesa*.

5 ZAKLJUČAK

U preduzećima, na glavne faktore proizvodnje, u velikoj mjeri utiče održavanje, koje ima vrlo pozitivan uticaj na postizanje dobrih poslovnih rezultata, ukoliko se sprovodi na adekvatan način. Organizacija procesa održavanja tehničkih sistema i vozila mora biti usklađena sa mašinskim parkom za koji je zadužena, što podrazumijeva fleksibilnost u smislu čestih promjena. Sa druge strane, sistem održavanja se može

susretati i sa brojnim propustima i problemima, koje treba otkloniti kako bi funkcionisao.

Prva stavka koja može biti okarakterisana kao mogući problem jeste izvršavanje procesa nabavke tek u onom trenutku kada se definiše da u skladištu nema potrebnih dijelova ili materijala potrebnih za vozilo koje je u otkazu ili kvaru. Zbog ovakvog propusta, vozilo čeka na potrebnii dio sve dok se nabavka ne izvrši, dok je za svo to vrijeme neupotrebljivo. Iz ovakvih i sličnih razloga, neophodno je što više primjenivati preventivno održavanje vozila.

Sljedeći mogući propust koji se može pojaviti, u okviru procesa održavanja, je javljanje potrebe za održavanjem većeg broja vozila u istom vremenskom intervalu. Ukoliko nema dovoljno kapaciteta, radne površine, potrebnih dijelova ili obučene radne snage, vozila će čekati u kvaru čime će direktno narušiti raspoloživost voznog parka. Kako bi se ovakvi problemi spriječili, preduzeće treba konstantno nastojati da podmlađuje vozni park.

Još jedan od potencijalnih problema za proces održavanja je mogući kvar opreme za održavanje, koji bi opet uticao na to da vozila čekaju u kvaru i da nisu raspoloživa. Jedno od rješenja, obzirom da su kako vozila, tako i oprema podložni kvarovima i otkazima, jeste da se obezbijedi rezervna oprema.

6 LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., Ilić, B. (2013). *Nauka o održavanju tehničkih sistema*, Srpski akademski centar, Novi Sad.
- [2] Janković, M. Ž. (2017). *Održavanje tehničkih sistema*, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš.
- [3] Klarin, M., Misita, M., Spasojević – Brkić, V. (2008). *Savremene tendencije u upravljanju održavanjem – pristup održavanju zasnovan na riziku*, Tehnička dijagnostika, Beograd.
- [4] Nowakowski, T., Tubis, A. (2019). Werbińska-Wojciechowska S., *Evolution of Technical Systems Maintenance Approaches – Review and a Case Study*, Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland.
- [5] Marić, B., Medaković V. (2018). *Procesi održavanja, Konferencija „ODRŽAVANJE - MAINTENANCE 2018“*, Zenica.

- [6] Vujanović, B. D. (2013). *Prilog razvoju upravljanja procesom održavanja voznihi parkova*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [7] Mikuleta V. (2016). *Analiza sustava održavanja poduzeća Čazmatrans - Nova d.o.o.*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.