

Značaj upravljanja održavanjem sa sveobuhvatnim pristupom na efikasan i racionalan rad voznih parkova

DAVOR B. VUJANOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Saobraćajni fakultet, Beograd

Stručni rad
UDC: 629.11
DOI: 10.5937/tehnika1706886V

Kompanije sa sopstvenim voznim parkom za prevoz tereta nastoje da obave zadati obim transportnog rada, uz što manje troškove transporta i održavanja. Kako bi rad voznog parka bio energetski efikasan i racionalan u ovom radu posmatran je uticaj upravljanja održavanjem. U tom smislu, razvijen je koncept upravljanja održavanjem voznih parkova sa sveobuhvatnim pristupom. U okviru predloženog koncepta detaljno su opisani međuzavisni uticaji između procesa održavanja, transportnog procesa i okruženja i prikazane su aktivnosti upravljanja održavanjem na strateškom, taktičkom i operativnom nivou upravljanja. Predloženi koncept primenjen je u kompaniji sa voznim parkom. Ostvarena su poboljšanja u radu voznog parka koja su doprinela smanjenju troškova transporta i održavanja, pri čemu je obavljen zadati obim transportnog rada u posmatranom periodu.

Ključne reči: upravljanje održavanjem, vozni parkovi, energetska efikasnost

1. UVOD

U ovom radu posmatraju se kompanije koje pomoću sopstvenog drumskog voznog parka za prevoz tereta obavljaju transportnu uslugu i ostvaruju profit. Razmatrane kompanije nastoje da obave sve planirane transportne zadatke uz što niže troškove transporta i održavanja u posmatranom periodu, što dovodi do većeg profita.

Kako bi kompanije ostvarile navedeni cilj, kao rešenje u ovom radu predložen je sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem voznih parkova. Mnogi autori navode da je za efikasno upravljanje održavanjem neophodno usklađeno posmatrati proces održavanja i primarni proces u kompaniji [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Pored toga, autori ističu da postoji značajan uticaj procesa održavanja na primarni proces u kompaniji [8, 9, 10, 11].

Međutim, kako se u ovom radu posmatraju drumski vozni parkovi, neophodan je drugačiji, prošireniji pristup. Pošto vozila tokom obavljanja transportnih zadataka dolaze pod uticaj velikog broja spoljašnjih faktora okruženja, ali isto tako i deluju na životnu sredinu,

za efikasno upravljanje održavanjem voznih parkova neophodno je integrisano posmatrati proces održavanja, primarni transportni proces i njihovo okruženje [12].

U tom smislu, u ovom radu detaljno će se prikazati sveobuhvatni pristup pri upravljanju održavanjem voznih parkova. U okviru sveobuhvatnog pristupa detaljno će se prikazati aktivnosti po međusobno zavisnim nivoima upravljanja. Pored toga, detaljno će se objasniti neophodna usklađenost procesa održavanja, transportnog procesa i njihovog okruženja. Ovaj rad ilustruje značaj upravljanja održavanjem sa sveobuhvatnim pristupom kako bi razmatrane kompanije efikasno i racionalno obavile zadati obim transportnog rada u posmatranom periodu i time ostvarile veći profit.

U tom smislu, rad je strukturiran na sledeći način. U poglavlju 2 analiziraće se relevantna literatura. U poglavlju 3 opisaće se detaljno sveobuhvatni pristup sa prikazanim aktivnostima na strateškom, taktičkom i operativnom nivou upravljanja održavanjem voznih parkova. Ostvareni rezultati od primene predloženog sveobuhvatnog pristupa pri upravljanju održavanjem u postojećoj kompaniji dati su u poglavlju 4, dok su u poglavlju 5 navedeni zaključci i budući pravci istraživanja.

2. ANALIZA LITERATURE

Mnogi autori u svojim istraživanjima koriste različite matematičke i analitičke pristupe i predlažu

Adresa autora: Davor Vujanović, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305

e-mail: d.vujanovic@sf.bg.ac.rs.

Rad primljen: 02.10.2017.

Rad prihvaćen: 23.10.2017.

mere u oblasti upravljanja radom voznih parkova, kako bi se obavio zadati obim transportnog rada na što efikasniji i racionalniji način [13, 14, 15]. Autori radova [16, 17] ističu značaj boljeg iskorišćenja korisne nosivosti vozila na smanjenje emisije štetnih izduvnih gasova i na povećanje energetske efikasnosti voznog parka, odnosno na smanjenje troškova transporta.

Međutim, uočena je potreba da se pažnja usmeri i na značaj upravljanja održavanjem kako bi rad voznih parkova bio efikasan i racionalan. U tom smislu, prema mnogim autorima neophodno je uskladiti proces održavanja i primarni proces u kompaniji, kako bi upravljanje održavanjem postalo efikasno. Autori u radu [6] navode da je za postizanje efikasnog upravljanja održavanjem značajno da se definišu međuzavisni uticaji između procesa održavanja i primarnog procesa u kompaniji i da se upravljanje održavanjem usmeri prema ostvarivanju ukupnih ciljeva poslovanja kompanije. Autori predlažu primenu koncepta objektno/ciljnog upravljanja održavanjem.

U radu [7] prikazan je koncept upravljanja održavanjem prema kojem proces održavanja treba biti integrisan sa primarnim proizvodnim procesom prilikom planiranja i raspoređivanja kapaciteta proizvodnih pogona, a prema zahtevima klijenata. Odgovarajuća koncepcija održavanja ne pomaže samo u smanjivanju troškova životnog ciklusa uređaja i mašina, već takođe doprinosi ostvarivanju dobrih performansi primarnog procesa u kompaniji [5]. Autori predlažu strukturni model koji nudi uputstva za primenu odgovarajuće koncepcije održavanja.

U radovima [1, 3] ističe se pozitivan uticaj Totalnog produktivnog održavanja (TPM), odnosno ističe se uticaj usklađenosti procesa održavanja sa primarnim procesom na performanse poslovanja kompanije. Prema autorima rada [11], merenje produktivnosti procesa održavanja predstavlja važnu funkciju za postizanje održivog funkcionisanja sistema održavanja. U tom smislu, neophodno je precizno definisati sistem za merenje produktivnosti procesa održavanja, kao i odgovarajuće pokazatelje procesa održavanja [4].

U radu [2] navodi se da u okviru aktivnosti upravljanja na strateškom nivou prioriteta primarnog procesa u kompaniji postaju prioriteta procesa održavanja. Proces održavanja prema mnogim autorima značajno utiče na performanse primarnog procesa u kompaniji. U radu [8] analiziran je uticaj različitih strategija održavanja na primarni proizvodni proces u kompaniji. Predložen je novi oportunistički model koji uzima u obzir rizik od nastanka otkaza.

U radu [9], autor zaključuje da je sa efektivnijom strategijom održavanja veći obim proizvodnje sa prihvatljivim kvalitetom proizvoda, što utiče na povećanje profita.

Sistem podrške odlučivanju u održavanju na osnovu fazi logike u realnom vremenu sa ciljem da se pomogne rukovodiocima u primarnom proizvodnom procesu prikazan je u radu [10].

Autori rada [12] navode da postoji međuzavisnost između procesa održavanja, transportnog procesa i okruženja, usled čega je neophodno integrisano posmatrati navedene tri oblasti prilikom upravljanja održavanjem voznih parkova kako bi se povećala energetska efikasnost voznih parkova.

Autori u radu predlažu model sa relativnim težinama pokazatelja, koji služi za ocenjivanje efikasnosti rukovodioca. Autori u radu [18] predstavljaju metodologiju za integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova, sa ciljem da doprinese povećanju energetske efikasnosti voznih parkova.

Upravljanje održavanjem prema mnogim autorima [2, 4, 6, 7, 18] sadrži aktivnosti koje se sprovode na međusobno zavisnim strateškim, taktičkim i operativnim nivoima upravljanja, pri čemu se ciljevi održavanja posmatraju usklađeno sa ciljevima poslovanja kompanije.

Na osnovu analizirane literature, u sledećem poglavlju detaljno će se prikazati sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem, kako bi se postigao efikasniji i racionalniji rad voznih parkova.

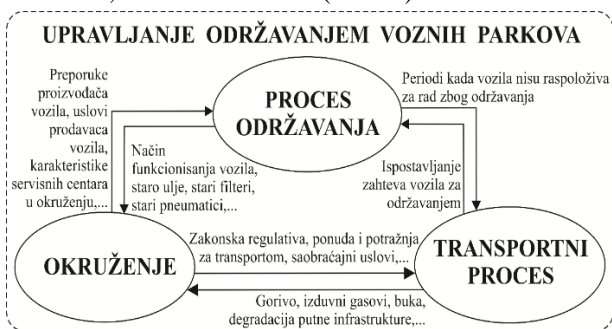
3. SVEOBUH VATNI PRISTUP UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM VOZNIH PARKOVA

U okviru sveobuhvatnog pristupa upravljanju održavanjem voznih parkova usklađeno se posmatra proces održavanja, transportni proces i okruženje. Pod okruženjem obuhvataju se faktori, kao što su: zakonska regulativa o bezbednosti saobraćaja i zaštiti životne sredine, uslovi prodavaca vozila u garantnom periodu, preporuke proizvođača vozila o preventivnom održavanju, karakteristike servisnih centara za održavanje vozila u okruženju (cena, lokacija, kvalitet usluge itd.), kvalitet usluge dobavljača rezervnih delova i materijala, odnos ponude i potražnje za transportnim zahtevima, karakteristike transportnih zahteva, vrednost bruto društvenog proizvoda u regionu, stanje putne infrastrukture, saobraćajni i klimatski uslovi i drugi.

Između tako prikazanog okruženja i procesa održavanja i transporta postoje međuzavisni uticaji u okviru sveobuhvatnog pristupa upravljanju održavanjem voznih parkova (slika 1).

Kao što je prikazano na slici 1, uticaj transportnog procesa na proces održavanja ispoljava se kroz ispostavljanje zahteva za održavanjem vozila usled degradacije tehničkog stanja vozila tokom korišćenja. Uticaj transportnog procesa na okruženje uočava se kroz količinu potrošenog goriva, emisiju izduvnih

gasova i količinu buke koju vozila emituju, zatim kroz degradaciju stanja putne infrastrukture zbog korišćenja vozila itd. Uticaj procesa održavanja na transportni proces uočava se kroz periode kada vozila nisu raspoloživa za realizaciju transportnih zadataka zbog sprovođenja potrebnih intervencija održavanja na vozilima. Uticaj procesa održavanja na okruženje ogleđa se kroz verovatnoću bezbednog i ispravnog funkcionisanja vozila u saobraćaju što zavisi od kvaliteta sprovedenih intervencija održavanja na vozilima. Uticaj procesa održavanja na okruženje ogleđa se u negativnim uticajima sprovedenih intervencija održavanja na životnu sredinu, kao što su otpadni pneumatici, otpadno ulje, otpadni akumulatori, polomljeno staklo, stari filteri i slika (slika 1).



Slika 1 - Prikaz međuzavisnosti procesa održavanja, transportnog procesa i njihovog okruženja, u okviru sveobuhvatnog pristupa pri upravljanju održavanjem voznih parkova

Uticaj okruženja na transportni proces predstavljen je zakonskom regulativom o bezbednosti saobraćaja i zaštiti životne sredine, koja između ostalog, propisuje neophodne zahteve koje svako vozilo treba da ispuni kako bi moglo da učestvuje u saobraćaju. Uticaj okruženja na transportni proces ogleđa se i kroz odnos ponude i tražnje za transportnim zahtevima na tržištu, kroz stanje putne infrastrukture, kroz saobraćajne uslove na putevima itd. Uticaj okruženja na proces održavanja uočava se kroz preporuke proizvođača vozila o sprovođenju intervencija preventivnog održavanja, uslove prodavaca vozila u garantnom periodu, karakteristike servisnih centara za održavanje vozila u okruženju, kvalitet usluge dobavljača rezervnih delova i materijala, klimatske uslove itd.

Aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova sprovode se na međusobno zavisnim nivoima upravljanja (strateški, taktički i operativni), ali u skladu sa osnovnim aktivnostima upravljanja transportnim procesom, kao i u skladu sa faktorima okruženja kako bi se ostvarili definisani ciljevi kompanije (slika 2). Određene aktivnosti upravljanja održavanjem na strateškom nivou imaju uticaj na aktivnosti taktičkog i operativnog nivoa, ali utiču i na osnovne aktivnosti upravljanja transportnim procesom i na faktore okruženja, i obrnuto (slika 2).

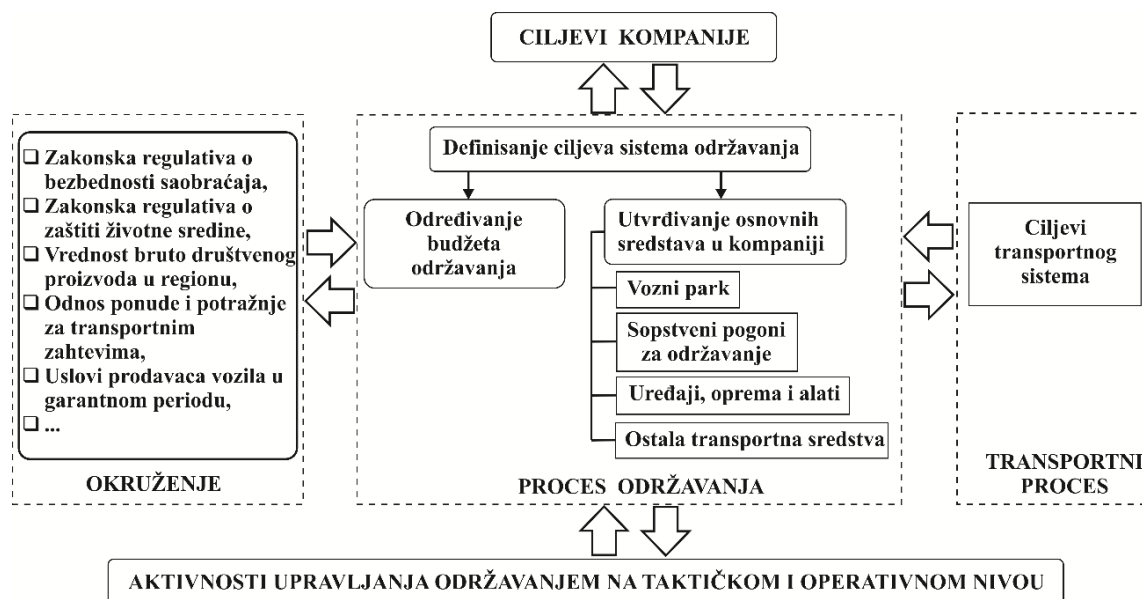


Slika 2 - Prikaz sveobuhvatnog pristupa upravljanju održavanjem voznih parkova, po različitim nivoima upravljanja

Na slici 3, prikazane su aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na strateškom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa. Aktivnosti strateškog nivoa upravljanja održavanjem voznih parkova su: definisanje i kontrola sprovođenja ciljeva sistema održavanja, određivanje budžeta održavanja, utvrđivanje osnovnih sredstava u kompaniji za određeni period posmatranja tj. definisanje obima i strukture voznog parka, kapaciteta sopstvenih pogona za održavanje, količine uređaja, opreme i alata u sopstvenim pogonima održavanja, kao i definisanje obima i strukture ostalih transportnih sredstava u kompaniji. Navedene aktivnosti u okviru sveobuhvatnog pristupa upravljanju održavanjem sprovode se usaglašeno sa definisanim ciljevima kompanije, ciljevima transportnog sistema, kao i u skladu sa faktorima okruženja.

U tom smislu, ciljevi sistema održavanja mogu da se menjaju sa promenom ciljeva transportnog sistema, kako bi se ostvarili ciljevi kompanije. Pored toga, korigovanje ciljeva održavanja može da utiče na promenu ciljeva transportnog sistema, ali i da utiče na određene faktore okruženja, npr. da prodavci vozila izmene uslove u garantnom periodu (slika 3).

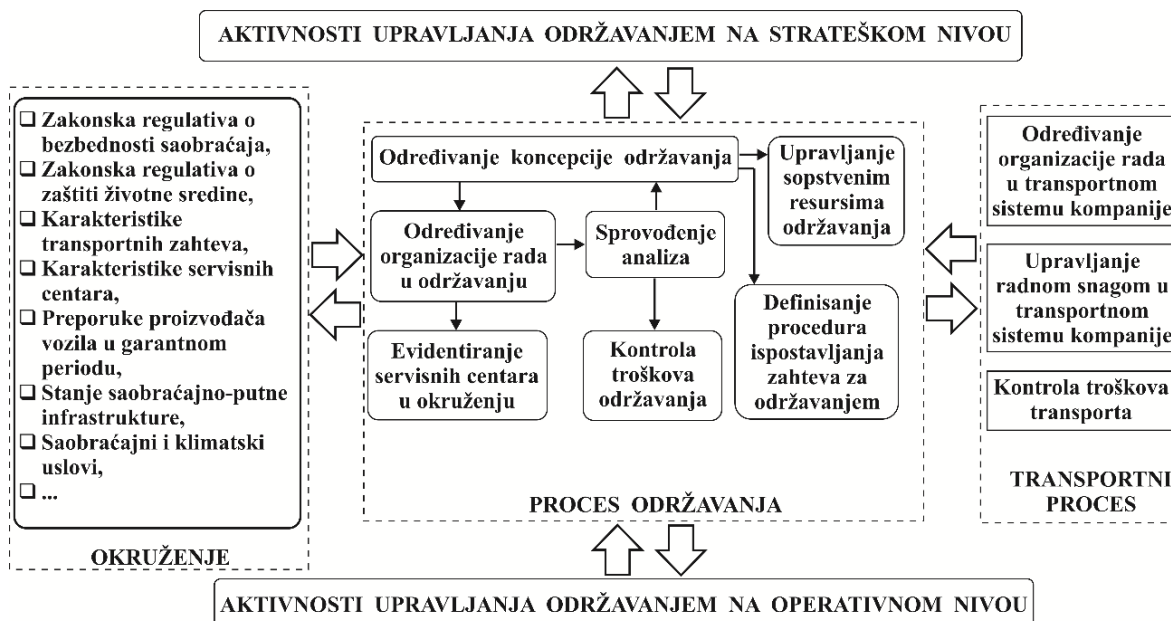
Navedene aktivnosti upravljanja održavanjem na strateškom nivou imaju značaj za sprovođenje određenih aktivnosti upravljanja na taktičkom nivou kao što je definisanje koncepcije održavanja ili upravljanje sopstvenim resursima održavanja, ali i na aktivnosti upravljanja na operativnom nivou kao što je operativno planiranje posla održavanja tj. Svako-dnevno donošenje odluka o mestu i vremenu sprovođenja intervencija održavanja, između ostalog. Međutim, navedene aktivnosti upravljanja na strateškom nivou sprovode se u velikoj meri na osnovu povratnih informacija od aktivnosti upravljanja na taktičkom i operativnom nivou, kao što je sprovođenje analiza o radu i održavanju voznog parka, kontrola troškova održavanja ili obrađivanje i arhiviranje dokumentacije.



Slika 3 - Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na strateškom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa

Na slici 4 prikazane su aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na taktičkom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa. Kao što se vidi na slici 4, osnovne aktivnosti upravljanja održavanjem na taktičkom nivou su: određivanje koncepcije održavanja, upravljanje sopstvenim resursima održavanja, određivanje organizacije rada u održavanju, evidentiranje servisnih centara u okruženju, sprovođenje analiza o radu i održavanju voznog parka, definisanje procedura za ispostavljanje zahteva za održavanjem i kontrola troškova održavanja. Navedene aktivnosti sprovode se usaglašeno sa osnovnim aktivnostima upravljanja

transportnim procesom na taktičkom nivou kao što je određivanje organizacije rada u transportnom sistemu kompanije, ali i usaglašeno sa faktorima okruženja kao što su karakteristike servisnih centara u okruženju (slika 4). Navedene aktivnosti upravljanja na taktičkom nivou obavljaju se kao rezultat sprovedenih aktivnosti upravljanja na strateškom nivou kao što je definisanje ciljeva održavanja ili utvrđivanje budžeta održavanja, ali i na osnovu povratnih informacija od aktivnosti upravljanja na operativnom nivou kao što je planiranje posla održavanja ili obrađivanje i arhiviranje dokumentacije.

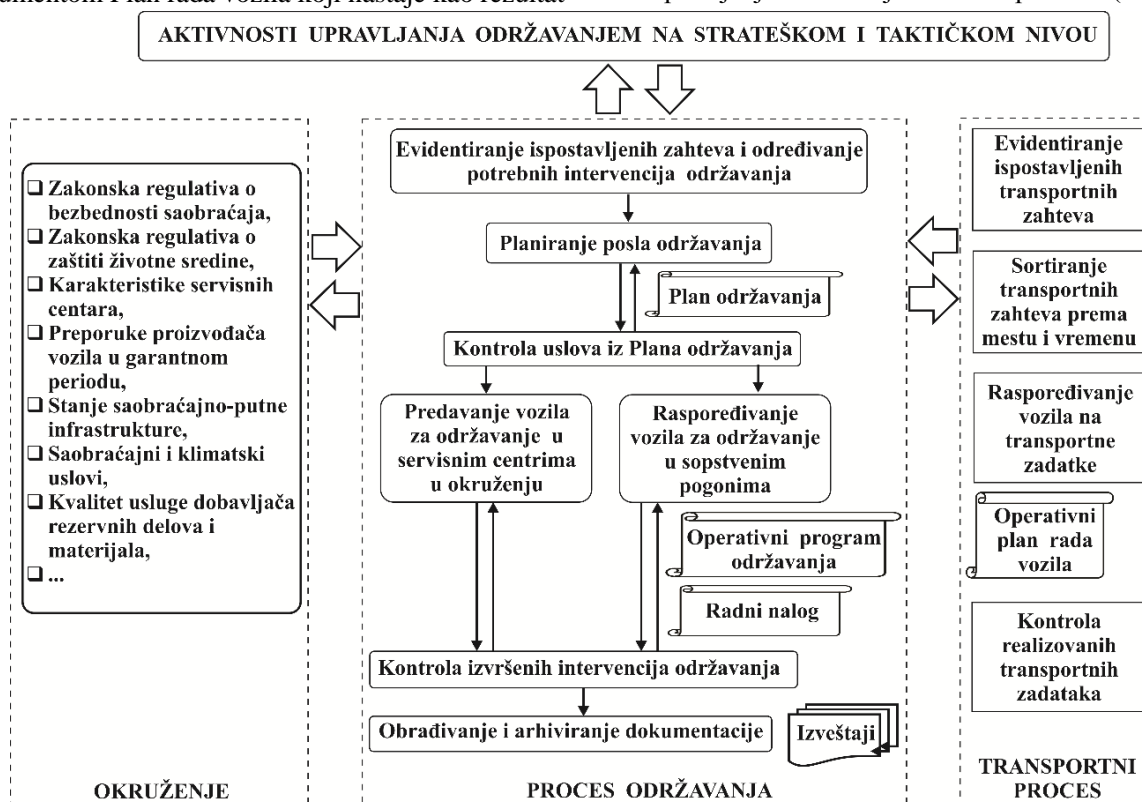


Slika 4 - Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na taktičkom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa

Aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na operativnom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa prikazane su na slici 5. Osnovne aktivnosti operativnog upravljanja održavanjem su: evidentiranje ispostavljenih zahteva za održavanjem i određivanje potrebnih intervencija održavanja, operativno planiranje posla održavanja, kontrola uslova iz dokumenta Plan održavanja, predavanje vozila u servisni centar u okruženju, raspoređivanje vozila u sopstvenim pogonima za održavanje prema dokumentu Operativni program održavanja, kontrola sprovedenih intervencija održavanja iz dokumenta Radni nalog i obrađivanje i arhiviranje dokumentacije.

Navedene aktivnosti obavljaju se usaglašeno sa dokumentom Plan rada vozila koji nastaje kao rezultat

sprovedenja aktivnosti upravljanja transportnim procesom. Aktivnosti operativnog upravljanja održavanjem obavljaju se i u skladu sa faktorima okruženja kao što su preporuke proizvođača vozila o preventivnom održavanju, karakteristike servisnih centara u okruženju, kvalitet usluge dobavljača rezervnih delova i materijala i ostali. Sprovedenje aktivnosti operativnog upravljanja rezultat je već sprovedenih aktivnosti upravljanja održavanjem na strateškom i taktičkom nivou. Međutim, određene aktivnosti upravljanja kao što su planiranje posla održavanja, raspoređivanje vozila u sopstvenim pogonima održavanja, kao i obrađivanje i arhiviranje dokumentacije imaju značajan uticaj na donošenje odluka na strateškom i taktičkom nivou upravljanja održavanjem vozničkih parkova (slika 5).



Slika 5 - Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na operativnom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa

4. PRIMENA SVEOBUHVAATNOG PRISTUPA UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM VOZNIČKIH PARKOVA U PRAKSI

Predloženi sveobuhvatni pristup pri upravljanju održavanjem vozničkih parkova primenjen je u kompaniji u Republici Srbiji tokom perioda februar-jul, 2016. godine. Primarna delatnost kompanije je transport robe na utvrđenim linijama i za tu svrhu kompanija koristi sopstveni vozni park.

Vozni park razmatrane kompanije u februaru, 2016. sastojao se od 33 vozila, koja su heterogene strukture. Najzastupljenija su vozila iz kategorije

kombi vozila ukupne dozvoljene mase do 3500 kg, koja čine oko 67% vozila u voznom parku.

Zahtevi transportnog procesa utvrđeni su u dokumentu „Operativni plan rada vozila“. Za svaki radni dan definisani su transportni zadaci u okviru kojih su poznati momenti polaska i planiranog povratka vozila, utovarno istovarna mesta, kao i najpogodnije konstrukciono-eksploatacione (KE) grupe vozila.

Tokom primene sveobuhvatnog pristupa uključeni su svi gore navedeni faktori okruženja, odnosno zakonska regulativa o bezbednosti saobraćaja i zaštiti životne sredine, uslovi prodavaca vozila u garantnom

periodu, preporuke proizvođača vozila o preventivnom održavanju, karakteristike servisnih centara za održavanje vozila u okruženju itd.

Primenom sveobuhvatnog pristupa postalo je efikasnije planiranje posla održavanja, u okviru operativnog nivoa upravljanja. Rukovodioci u kompaniji su znatno više insistirali kod servisnih centara u okruženju da poštuju dogovorene termine za sprovođenje intervencija održavanja na vozilima i sproveli su bolju kontrolu. To je uticalo na bolju realizaciju Plana održavanja, na bolju realizaciju Operativnog plana rada vozila, kao i na efikasnije raspoređivanje vozila na transportne zadatke u pogledu iskorišćenja korisne nosivosti.

U okviru taktičkog nivoa upravljanja održavanjem izvršene su izmene u koncepciji održavanja. Uključene su dodatne kontrolne intervencije na vozilima u okviru preventivnog održavanja, na osnovu sprovedenih analiza o radu i održavanju voznog parka, a u skladu sa zakonskom regulativom i preporukama proizvođača vozila o preventivnom održavanju. To je uticalo na povećanje prosečnog pređenog puta do otkaza vozila, kao i na promenu u organizaciji rada u transportnom sistemu kompanije. Pored toga, izvršeno je korigovanje skupa prioriteta servisnih centara u okruženju, prema njihovim karakteristikama. To je uticalo na veću raspoloživost vozila za rad i na mogućnost efikasnijeg raspoređivanja vozila na transportne zadatke u pogledu boljeg iskorišćenja korisne nosivosti.

Gore navedene mere poboljšanja na taktičkom i operativnom nivou upravljanja održavanjem doprinele su da vozila provedu manje vremena u stanju „nespretno za rad“, da se desio manji broj otkaza na vozilima u posmatranom periodu i da se više poštuju planirani vremenski periodi (planirani momenti početka i završetka sprovođenja intervencija održavanja) vozila na održavanju. To je uticalo na veću raspoloživost vozila

iz najpogodnije KE grupe za realizaciju transportnih zadataka. Istovremeno, to je stvorilo višak vozila „u rezervi“, koja se koriste za rad umesto vozila na održavanju. U tom smislu, doneta je odluka na strateškom nivou upravljanja o prodaji dva vozila iz voznog parka. Navedena odluka nije uticala na realizaciju zadatak obima transportnog rada, u posmatranom periodu.

U tabeli 1, prikazani su ostvareni rezultati rada voznog parka tokom primene sveobuhvatnog pristupa. Kao što se vidi iz tabele 1, u posmatranom periodu ostvareno je poboljšanje iskorišćenja korisne nosivosti vozila za 19,3%. Navedeno poboljšanje u znatnoj meri je ostvareno zbog efikasnijeg planiranja posla održavanja i zbog izvršenih promena u okviru skupa prioriteta servisnih centara u okruženju. To je zajedno doprinelo da rukovodioci u transportnom procesu imaju na raspolaganju vozilo iz najpogodnije KE grupe za svaki transportni zadatak. Usled boljeg iskorišćenja korisne nosivosti vozila ostvareno je i poboljšanje specifične potrošnje goriva po ostvarenom transportnom radu za 17,1% (tabela 1), što dovodi do smanjenja troškova transporta (troškovi utrošenog goriva). Time je energetska efikasnost realizovanog zadatka obima transportnog rada u posmatranom periodu.

Pored toga, sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem doveo je do veće raspoloživosti vozila, pa je smanjena veličina voznog parka za 2 vozila, pri čemu je broj neophodnih vozila za realizaciju transportnih zadataka ostao nepromenjen (tabela 1). Navedeno smanjenje voznog parka podrazumeva manji broj vozila u rezervi, koja se koriste za rad kao zamena za vozila na održavanju. Smanjenje voznog parka dovodi do smanjenja troškova transporta (troškovi registracije i osiguranja vozila) i troškova održavanja (troškovi preventivnog održavanja), odnosno do racionalne realizacije zadatak obima transportnog rada u posmatranom periodu.

Tabela 1. Ostvareni rezultati rada voznog parka u posmatranoj kompaniji tokom primene sveobuhvatnog pristupa upravljanju održavanjem

Period posmatranja i ostvareno poboljšanje	februar, 2016.g	jul, 2016. g.	Poboljšanje (%)
Iskorišćenje korisne nosivosti vozila (%)	17,1	20,4	19,3
Specifična potrošnja goriva po ostvarenom transportnom radu (lit/100tkm)	33,9	28,1	17,1
Neophodan broj vozila za realizaciju transportnih zadataka	27	27	–
Ukupan broj vozila	33	31	6,1

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu razvijen je sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem voznih parkova. U okviru prikazanog sveobuhvatnog pristupa detaljno su opisani međuzavisni uticaji koji postoje između procesa održavanja, transportnog procesa i njihovog okruženja.

U tom smislu, neophodno je da rukovodioci pri upravljanju održavanjem usklađeno posmatraju proces održavanja, transportni proces i okruženje.

Pored toga, u okviru sveobuhvatnog pristupa navedene su aktivnosti upravljanja održavanjem na strateškom, taktičkom i operativnom nivou upravljanja,

kao i osnovne aktivnosti transportnog procesa, dok je okruženje predstavljeno različitim faktorima. Prema sveobuhvatnom pristupu, neophodno je da rukovodioci sprovedu aktivnosti upravljanja održavanjem na međusobno zavisnim nivoima upravljanja, u skladu sa zahtevima transportnog procesa i faktora okruženja kako bi se ostvarili definisani ciljevi kompanije.

Predloženi sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem primenjen je u kompaniji sa sopstvenim voznim parkom. Tokom perioda primene sveobuhvatnog pristupa ostvareno je poboljšanje iskorišćenja korisne nosivosti vozila od 19,3% i smanjenje veličine voznog parka za 6,1%, pri čemu to nije uticalo na realizaciju zadatog obima transportnog rada.

Na osnovu ostvarenih rezultata u posmatranoj kompaniji može se zaključiti da je sveobuhvatni pristup doprineo da se realizuju svi transportni zadaci u posmatranom periodu, ali sa manjim ukupnim troškovima transporta i održavanja pošto je smanjena veličina voznog parka usled efikasnijeg planiranja posla održavanja, poboljšanja koncepcije održavanja i poboljšanja skupa prioriteta servisnih centara u okruženju sa kojima je komunicirano. Upravljanje održavanjem sa sveobuhvatnim pristupom omogućilo je posmatranoj kompaniji da na energetske efikasan i racionalan način realizuje zadati obim transportnog rada i time ostvari veći profit.

6. ZAHVALNICA

Istraživanje u ovom radu je realizovano u okviru projekta Razvoj metode za upravljanje tehničkim stanjem voznog parka sa ciljem povećanja energetske efikasnosti i smanjenja emisije izduvnih gasova (br. 36010), podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Brah S. A, Chong W. K, Relationship between total productive maintenance and performance, *International Journal of Production Research*, Vol. 42, No. 12, pp. 2383-2401, 2004.
- [2] Crespo Marquez A, Gupta Jatinder N. D, Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars, *Omega*, Vol. 34, No. 3, pp. 313-326, 2006.
- [3] McKone K. E, Schroeder R. G, Cua K. O, The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance, *Journal of Operations Management*, Vol. 19, No. 1, pp. 39-58, 2001.
- [4] Van Horenbeek A, Pintelon L, Development of a maintenance performance measurement framework- using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection, *Omega*, Vol.42, No.1, pp.33-46, 2014.
- [5] Waeyenbergh G, Pintelon L. A framework for maintenance concept development, *International Journal of Production Economics*, Vol. 77, No. 3, pp. 299-313, 2002.
- [6] Zhu G, Gelders L, Pintelon L. Object/ objective-oriented maintenance management, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8, No. 4, pp. 306-318, 2002.
- [7] Zhu G, Pintelon L, Integrated production maintenance management (IPMM) as an enterprise approach to maintenance management, in Proc. *IIE Annual Conference, Institute of Industrial Engineers*, Dallas, USA, 2001.
- [8] Hu J, Zhang L, Risk based opportunistic maintenance model for complex mechanical systems, *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 6, pp. 3105-3115, 2014.
- [9] Alsyof I, The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability, *International Journal of Production Economics*, Vol. 105, No. 1, pp. 70-78, 2007.
- [10] Lu K. Y, Sy C. C, A real-time decision-making of maintenance using fuzzy agent, *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 2, pp. 2691-2698, 2009.
- [11] Muchiri P, Pintelon L, Gelders L, Martin H, Development of maintenance function performance measurement framework and indicators, *International Journal of Production Economics*, Vol. 131, No. 1, pp. 295-302, 2011.
- [12] Vujanović D, Momčilović V, Bojović N, Papić V, Evaluation of vehicle fleet maintenance management indicators by application of DEMATEL and ANP, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 12, pp. 10552-10563, 2012.
- [13] Bojović N, Bošković B, Milenković M, Šunjić A, A two-level approach to the problem of rail freight car fleet composition, *Transport*, Vol. 25, No. 2, pp. 186-192, 2010.
- [14] Kamakaté F, Schipper L, Trends in truck freight energy use and carbon emissions in selected OECD countries from 1973 to 2005, *Energy Policy*, Vol. 37, No. 10, pp. 3743-3751, 2009.
- [15] Milosavljević N, Teodorović D, Papić V, Pavković G, A fuzzy sets theory approach to the vehicle assi-

- gnment problem, *Journal of Transportation Planning and Technology*, Vol. 20, No. 1, pp. 33-47, 1996.
- [16] Momčilović V, Vujanović D, Mijailović R, Papić V, Istraživanje mogućnosti smanjenja emisije CO₂ u procesu eksploatacije voznog parka, *Tehnika*, Vol 56, No. 5, pp. 1-9, 2009.
- [17] Ruzzenenti F, Basosi R, Evaluation of the energy efficiency evolution in the European road freight transport sector, *Energy Policy*, Vol. 37, No. 10, pp. 4079-4085, 2009.
- [18] Vujanović D, Momčilović V, Medar O. Influence of an Integrated Maintenance Management on the Vehicle Fleet Energy Efficiency, *Thermal Science*, online first, 2017, doi:<https://doi.org/10.2298/TSCI-170209122V>.

SUMMARY

INFLUENCE OF THE MAINTENANCE MANAGEMENT WITH A COMPREHENSIVE APPROACH ON THE EFFICIENT AND RATIONAL OPERATION OF VEHICLE FLEETS

Companies with own vehicle fleet for freight transport try to carry out the requested transport volume, with lowest possible transportation and maintenance costs. In order to make energy efficient and rational, the vehicle fleet operation the influence of the maintenance management has been considered in this paper. In this sense, a concept of maintenance management with a comprehensive approach has been developed. Within proposed concept the interdependent influences between vehicle maintenance process, transport process and environment as well have been described in detail, and the maintenance management activities on the strategical, tactical and operational level have been presented. The proposed concept was implemented in a company with vehicle fleet. Improvements were made in the vehicle fleet operation, which contributed to the reduction of transport and maintenance costs, whereby the requested transport volume in the observed period was performed.

Key words: *maintenance management, vehicle fleets, energy efficiency*