

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Davor B. Vujanović

**PRILOG RAZVOJU UPRAVLJANJA
PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH
PARKOVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Davor B. Vujanović

**CONTRIBUTION TO THE
DEVELOPMENT OF THE VEHICLE
FLEET MAINTENANCE MANAGEMENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

Mentor: Redovni profesor, **dr Nebojša Bojović**
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

Članovi komisije: Redovni profesor, **dr Nebojša Bojović**
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

Redovni profesor u penziji, **dr Vladimir Papić**
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

Redovni profesor, **dr Čedomir Duboka**
Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet

Datum odbrane:

Posvećeno mojoj porodici,
koja je imala dovoljno strpljenja i razumevanja
i pružila mi neophodnu podršku tokom izrade
ove doktorske disertacije.

PRILOG RAZVOJU UPRAVLJANJA PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH PARKOVA

Rezime

U ovoj doktorskoj disertaciji istražuje se uticaj upravljanja procesom održavanja drumskih vozni parkova na efikasnu i racionalnu realizaciju zadanog transportnog rada.

Kako bi preduzeća sa sopstvenim vozni parkom tokom obavljanja zadanog transportnog rada ostvarila manje ukupne troškove transporta i održavanja, odnosno veći profit, potrebno je da njihovi rukovodioci, između ostalog, efikasnije upravljaju procesom održavanja.

Da bi upravljanje procesom održavanja vozni parkova bilo efikasno ideja je da se zajedno posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje. Za ovako integrisano upravljanje procesom održavanja biće primenjena koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“.

U tom smislu, predstavljeni su osnovni kriterijumi za sprovođenje integrisanog upravljanja procesom održavanja vozni parkova. Primenom navedenih kriterijuma rukovodioci imaju uvid u neophodan broj pogodnih vozila za obavljanje zadanog transportnog rada u periodu posmatranja i omogućeno im je lakše uočavanje potencijalnih rezervi za poboljšanje upravljanja procesom održavanja.

Kao cilj doktorske disertacije razvijena je metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja vozni parkova. U okviru razvijene metodologije podržani su kriterijumi integrisanog upravljanja i primenjena je koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“. Jedan od efekata primene razvijene metodologije je povećanje energetske efikasnosti vozni parkova.

Da bi se efekti primene određenih mera poboljšanja izmerili, u okviru razvijene metodologije definisani su pokazatelji upravljanja održavanjem. Kombinovanom primenom dva metoda: „Decision Making Trial and Evaluation Laboratory“

(DEMATEL) i „Analytic Network Process“ (ANP) izračunata je značajnost definisanih pokazatelja na donošenje upravljačkih odluka.

Izračunavanjem stepena značajnosti odabranih pokazatelja razvijen je model za integrisano upravljanje procesom održavanja, u okviru posmatrane metodologije. Osnovna namena modela je ocenjivanje rukovodioca u pogledu ostvarene efikasnosti pri upravljanju procesom održavanja.

Razvijena metodologija sprovedena je u preduzeću sa sopstvenim voznim parkom. U posmatranom periodu postalo je efikasnije upravljanje procesom održavanja u razmatranom preduzeću, što je prikazano preko poboljšanja ostvarene vrednosti „Ukupne ocene upravljanja“. Poboľšane su ostvarene vrednosti kod većine definisanih pokazatelja. Smanjen je ukupan broj vozila potreban za obavljanje zadatog obima transportnog rada, pri čemu su ostali nepromenjeni zahtevi „Operativnog plana rada“ vozila u posmatranom periodu, uz uvažavanje zahteva okruženja. Povećana je energetska efikasnost voznog parka. Navedena poboljšanja doprinela su smanjenju ukupnih troškova transporta i održavanja u razmatranom preduzeću, čime je zadati obim transportnog rada obavljen na efikasniji i racionalniji način.

Ključne reči: upravljanje procesom održavanja, vozni parkovi, DEMATEL, ANP, energetska efikasnost

Naučna oblast: Tehnička eksploatacija drumskih transportnih sredstava

Uže naučne oblasti: Tehnička eksploatacija i održavanje transportnih sredstava;
Menadžment i organizacija u saobraćaju i transportu

UDK broj: 656.1:629.11 (043.3)

Contribution to the Development of the Vehicle Fleet Maintenance Management

Summary

In this doctoral thesis the influence of the road vehicle fleet maintenance management for the rational and efficient realization of the given transport volume was researched.

In order to achieve a lower total cost of transport and maintenance to make more profit by performing given transport volume, it is necessary that the managers of the companies with their own vehicle fleets, among the other things, manage the maintenance process more efficiently.

For the efficient vehicle fleet maintenance management the idea is to jointly observe the transport process, vehicle maintenance process and the environment. For the integrated maintenance management the concept “Process based maintenance” will be applied.

In this sense, basic criteria for conducting an integrated management of the vehicle fleet maintenance are represented. By following these criteria, managers have a good insight in the required number of suited vehicles in the state “ready for operation”, which are necessary for performing of the given transport volume in the period of observation and they are enable to spot easily the potential reserves for improving the management of the maintenance process.

As an aim of doctoral dissertation, the methodology for an integrated management of the vehicle fleet maintenance process was developed. Within the developed methodology the criteria of the integrated management were supported and the concept „Process based maintenance” was applied. One of the developed methodology use effects is the increase of vehicle fleet energy efficiency.

In order to measure the implementation effects of certain improvement measures, within the developed methodology the indicators of maintenance management are defined. With the combined use of two methods: „Decision Making Trial and Evaluation

Laboratory” (DEMATEL) and „Analytic Network Process” (ANP) the importance of defined indicators for the management decision making was calculated.

With calculating the importance of selected indicators the model for an integrated maintenance management within the observed methodology was developed. Basic purpose of the model is to evaluate the managers in terms of achieved efficiency during the management of the maintenance process.

Developed methodology was implemented in the company with its own vehicle fleet. During the observed period the maintenance management in the considered company became more efficiently, which was shown by the value of “Overall score of maintenance management”. Values of the most defined indicators were improved. Total number of the vehicles needed for performing the given transport volume was reduced while the demands of the „Operation plan” of vehicle were not changed in the observed period, taking into account the demands of the environment. The vehicle fleet energy efficiency was increased. Determined improvements contributed to reducing of the total transport costs and maintenance in the observed company, which made the given transport volume more efficient and rational.

Keywords: maintenance management, vehicle fleets, DEMATEL, ANP, energy efficiency

Scientific field: Technical operation of road transport vehicles

Fields of Academic Expertise: Technical operation and maintenance of transport vehicles, Management and organization in traffic and transport

UDK number: 656.1:629.11 (043.3)

SADRŽAJ

Sadržaj	I
Spisak slika.....	IV
Spisak tabela.....	VI
1. Uvodne napomene	1
1.1 Motivi za izbor teme	3
1.2 Definisane ciljeva i značaja istraživanja	5
1.3 Opis problema	6
2. Upravljanje procesom održavanja vozničkih parkova	12
2.1 Definisane ciljeva preduzeća	22
2.2 Definisane ciljeva održavanja	23
2.3 Definisane osnovnih sredstava u preduzeću	24
2.4 Određivanje budžeta održavanja	26
2.5 Određivanje koncepcije održavanja	26
2.6 Određivanje organizacije rada u održavanju.....	32
2.7 Upravljanje resursima održavanja.....	35
2.8 Evidentiranje specijalizovanih servisa u okruženju	37
2.9 Definisane procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem.....	38
2.10 Sprovođenje analiza	42
2.11 Kontrola troškova u održavanju.....	43
2.12 Evidentiranje ispostavljenih zahteva i određivanje potrebnih intervencija održavanja vozila	44

2.13	Planiranje posla održavanja	48
2.14	Raspoređivanje posla održavanja po pogonima.....	56
2.15	Kontrola sprovođenja intervencija održavanja	60
2.16	Obrada dokumentacije i izrađivanje izveštaja	62
3.	Pregled relevantne literature.....	65
3.1	Pregled literature koja istražuje uticaje procesa održavanja na primarne radne procese.....	66
3.2	Pregled literature koja istražuje uticaj integrisanog upravljanja procesom održavanja na primarne radne procese	71
3.3	Koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“ (PBM)	76
4.	Integrisano upravljanje procesom održavanja vozničkih parkova	81
4.1	Međuzavisnost transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja.....	81
4.2	Uslovi za nastanak poremećaja u procesu održavanja vozila	84
4.3	Kriterijumi za integrisano upravljanje procesom održavanja	86
5.	Metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja vozničkih parkova	96
5.1	Definisanje pokazatelja upravljanja održavanjem vozničkih parkova.....	97
5.2	Izračunavanje težinskih faktora definisanih pokazatelja upotrebom DEMATEL i ANP metoda.....	101
5.2.1	DEMATEL metod	103
5.2.2	Integracija DEMATEL i ANP metoda	106
5.2.3	Istraživanje međuzavisnih uticaja pokazatelja	112
5.2.4	Model sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja	113
5.3	Opis metodologije	119
5.3.1	Definisanje referentnog stanja	122
5.3.2	Priprema uslova integrisanog upravljanja	124
5.3.3	Sprovođenje kriterijuma integrisanog upravljanja	125
5.3.4	Poboljšanje upravljanja na operativnom nivou	126
5.3.5	Poboljšanje upravljanja na strateškom i taktičkom nivou	128
5.4	Očekivani efekti	130
5.4.1	Povećanje realizacije OPR-a	131

5.4.2	Povećanje energetske efikasnosti voznog parka.....	131
5.4.3	Smanjenje broja vozila „u rezervi“	135
5.4.4	Smanjenje neplaniranih zahteva za održavanjem	136
5.4.5	Smanjenje poremećaja u procesu održavanja.....	136
5.4.6	Povećanje tehničke ispravnosti voznog parka	136
5.4.7	Smanjenje tehnički neispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama	137
6.	Ostvareni rezultati	138
7.	Zaključak i pravci daljeg istraživanja.....	155
	Literatura	158
	Prilozi	169
	Prilog 1: Rezultati anketiranja eksperata o pogodnosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja	170
	Prilog 2: Vozni park preduzeća „Delmax“ d.o.o. sa osnovnim tehničko - eksploatacionim karakteristikama u referentnom periodu posmatranja	171
	Prilog 3: Pregled prioriternih specijalizovanih servisa „za treća lica“ koji sprovode intervencije održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o.	172
	Prilog 4: Interval sprovođenja intervencija iz Programa preventivnog održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o., po proizvođačima vozila	173
	Prilog 5: Prikaz usvojenih graničnih vrednosti za ocenu pokazatelja upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću	174
	Biografija autora	175

SPISAK SLIKA

<i>Slika 2.1: Šema periodičnog smenjivanja stanja vozila tokom njihovog eksploatacionog veka.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 2.2: Šema upravljanja procesom održavanja voznih parkova.....</i>	<i>21</i>
<i>Slika 2.3: Šematski prikaz procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem</i>	<i>41</i>
<i>Slika 2.4: Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Plan održavanja“.....</i>	<i>53</i>
<i>Slika 2.5: Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Operativni program održavanja“</i>	<i>59</i>
<i>Slika 3.1: Prikaz lanca mogućih posledica otkaza mašine u procesu proizvodnje</i>	<i>76</i>
<i>Slika 3.2: Prikaz ciklusa održavanja zasnovanog na procesu.....</i>	<i>78</i>
<i>Slika 4.1: Šema međuzavisnosti transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja.....</i>	<i>84</i>
<i>Slika 4.2: Prikaz broja vozila u stanju „spremno za rad“ i neophodnog broja vozila za rad k-te KE grupe, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremena.....</i>	<i>90</i>
<i>Slika 4.3: Prikaz neophodnog broja vozila za rad po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja.....</i>	<i>91</i>
<i>Slika 4.4: Prikaz dozvoljenog broja vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja</i>	<i>93</i>

<i>Slika 5.1: Mapa međuzavisnih uticaja</i>	<i>116</i>
<i>Slika 5.2: Mapa mrežnog odnosa – NRM</i>	<i>117</i>
<i>Slika 5.3: Šema metodologije integrisanog upravljanja procesom održavanja voznih parkova.....</i>	<i>121</i>
<i>Slika 5.4: Vrednosti prosečnog koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila u teretnom vodnom i teretnom vazdušnom saobraćaju, kao i drumskih teretnih vozila u nekim zemljama EU, po godinama</i>	<i>132</i>
<i>Slika 5.5: Specifična potrošnja goriva u zavisnosti od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po grupama drumskih komercijalnih vozila</i>	<i>133</i>
<i>Slika 5.6: Specifična potrošnja goriva po ostvarenom transportnom radu u zavisnosti od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po grupama drumskih komercijalnih vozila.....</i>	<i>134</i>
<i>Slika 6.1: Neophodan broj vozila za rad po KE grupama u „Delmax“d.o.o., po vremenskim intervalima u toku dana.....</i>	<i>145</i>
<i>Slika 6.2: Dozvoljen broj vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama u „Delmax“d.o.o., po vremenskim intervalima u toku dana.....</i>	<i>146</i>

SPISAK TABELA

<i>Tabela 5.1: Pokazatelji upravljanja procesom održavanjem voznih parkova</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 5.2: Matrica prosečne percepcije međuzavisnosti definisanih pokazatelja - A</i>	<i>113</i>
<i>Tabela 5.3: Matrica ukupnih uticaja pokazatelja - T</i>	<i>114</i>
<i>Tabela 5.4: Ukupni predati i primljeni efekti pokazatelja.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabela 5.5: Matrica ukupnih grupnih uticaja - T_D.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabela 5.6: Ukupni grupni predati i primljeni efekti</i>	<i>116</i>
<i>Tabela 5.7: Model sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja procesom održavanja.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabela 6.1: Struktura voznog parka po KE grupama u „Delmax“d.o.o., u referentnom periodu.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabela 6.2: Prikaz zahteva OPR-a u „Delmax“d.o.o. na nedeljnom nivou.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabela 6.3: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“d.o.o., u referentnom periodu</i>	<i>144</i>
<i>Tabela 6.4: Granične vrednosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja u „Delmax“d.o.o., po periodima posmatranja u 2011. godini.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabela 6.5: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“d.o.o., u periodu mart- april, 2011. godine</i>	<i>149</i>

<i>Tabela 6.6: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“d.o.o., u period maj-jun, 2011. godine.....</i>	<i>150</i>
<i>Tabela 6.7: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“d.o.o., u periodu jul-avgust, 2011. godine.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabela 6.8: Prikaz pokazatelja rada voznog parka u „Delmax“d.o.o., u referentnom periodu i periodu jul-avgust, 2011. godine</i>	<i>153</i>

1. UVODNE NAPOMENE

U ovoj doktorskoj disertaciji posmatraju se preduzeća sa sopstvenim drumskim voznim parkom za prevoz tereta. Razmatrana preduzeća dolaze do profita obavljanjem transportnog rada. U cilju ostvarivanja većeg profita, ova doktorska disertacija istražuje uticaj upravljanja procesom održavanja voznih parkova na efikasno i racionalno sprovođenje zadanog obima transportnog rada u određenom periodu posmatranja.

Kako bi razmatrana preduzeća obavila zadati obim transportnog rada na efikasan i racionalan način i time ostvarila veći profit, neophodno je da njihovi rukovodioci efikasno upravljaju procesom održavanja. Da bi upravljanje održavanjem bilo efikasno ideja u ovoj disertaciji je da se istovremeno i zajedno posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje.

Osnovne hipoteze u okviru disertacije su da efikasno upravljanje procesom održavanja utiče na povećanje energetske efikasnosti voznih parkova, na smanjenje vremenskog perioda vozila na održavanju i na povećanje realizacije „Operativnog plana rada“ (OPR) vozila. Integrisano upravljanje, kao efikasan pristup upravljanju procesom održavanja, dodatno doprinosi ostvarivanju postavljenih hipoteza.

U tom smislu, tema ove disertacije je istraživanje uticaja integrisanog upravljanja procesom održavanja voznih parkova na ostvarivanje ukupno manjih troškova transporta i održavanja u posmatranim preduzećima. Pri tome, ostaje nepromenjen obim transportnog rada koji je postavljen pred preduzeća u određenom periodu posmatranja, imajući na umu i zahteve okruženja.

U okviru prvog poglavlja disertacije obrazložiće se izbor navedene teme, definisaće se ciljevi i značaj istraživanja i opisaće se detaljno razmatrani problem.

U drugom poglavlju prikazaće se osnovne aktivnosti upravljanja procesom održavanja voznih parkova na strateškom, taktičkom i operativnom nivou.

U okviru trećeg poglavlja disertacije daće se pregled relevantne literature koja prikazuje uticaje procesa održavanja i integrisanog upravljanja procesom održavanja na primarne procese. Pored toga, prikazaće se literatura koja opisuje koncepciju „Održavanje zasnovano na procesu“, koja podržava ideju integrisanog upravljanja.

U četvrtom poglavlju objasniće se potreba za integrisanim upravljanjem procesom održavanja voznih parkova. Definisaće se osnovni kriterijumi za sprovođenje integrisanog upravljanja održavanjem.

Razvijena metodologija integrisanog upravljanja održavanjem prikazaće se u petom poglavlju disertacije. U okviru metodologije primeniće se osnovni principi koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“. Prema ovoj koncepciji definisaće se pokazatelji upravljanja procesom održavanja. Kombinovanom upotrebom „Decision Making Trial and Evaluation Laboratory“ (DEMATEL) i „Analytic Network Process“ (ANP) metode izračunaće se značajnosti definisanih pokazatelja na donošenje upravljačkih odluka. Prikazaće se model integrisanog upravljanja procesom održavanja koji služi za ocenjivanje rukovodioca u pogledu efikasnosti upravljanja.

U šestom poglavlju disertacije prikazaće se ostvareni rezultati od sprovođenja razvijene metodologije u konkretnom preduzeću sa sopstvenim voznim parkom.

Na kraju disertacije daće se zaključna razmatranja povodom obuhvaćenog istraživanja i sa aspekta ostvarenih rezultata, kao i pravci budućeg rada u posmatranoj oblasti.

1.1 Motivi za izbor teme

Ostvareni profit u posmatranim preduzećima u značajnoj meri je određen prema ostvarenim troškovima transporta i održavanja vozila. Efikasnim upravljanjem procesom održavanja vozničkih parkova može da se utiče na ukupno smanjenje posmatranih troškova.

Tokom obavljanja transportnog procesa istovremeno se na vozilima odvija i proces degradacije njihovog tehničkog stanja. Kao posledica ove promene, vozila ispostavljaju zahteve za održavanjem.

Vremenski periodi vozila na održavanju su periodi kada se ista nalaze u stanju „nespremno za rad“, (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995). Tokom ovih perioda posmatrana vozila nisu raspoloživa za obavljanje transportnog procesa. Nakon realizacije potrebnih intervencija održavanja, vozila prelaze u stanje „spremno za rad“ i postaju raspoloživa za transportni proces.

Uočava se međuzavisnost primarnog transportnog procesa i procesa održavanja vozila. U literaturi je uticaj procesa održavanja na primarni proces obrađen najčešće u oblasti industrijske proizvodnje kao što su fabrike za proizvodnju papira, za proizvodnju energije, za hemijsku proizvodnju, fabrike u oblasti metalske industrije i sl., (Abdulnour, Dudek i Smith, 1995), (Rishel i Christy, 1996), (Löfsten, 2000), (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), (Al-Najjar, 2007), (Alsyouf, 2007), (Alsyouf, 2009) i ostali. Pored toga, posmatrani uticaj je istraživan i u oblasti drumskog transporta, (Papić, Medar i Pejčić-Tarle, 1999), (Momčilović, Papić i Vujanović, 2007).

Kako bi upravljanje održavanjem bilo efikasno, potrebno je uskladiti primarni proces i proces održavanja. Ovakav integrisan pristup takođe je pretežno istraživan u oblasti industrijske proizvodnje, (Ashayeri, Teelen i Selen, 1996), (Brandolese, Franci i Pozzetti, 1996), (McKone, Schroeder i Cua, 2001), (Zhu i Pintelon, 2001), (Zhu, Gelders i Pintelon, 2002), (Brah i Chong, 2004). U navedenim istraživanjima predloženi su različiti modeli i sistemi sa ciljem efikasnijeg i produktivnijeg rada mašina u proizvodnji.

Međutim, procesi rada i održavanja vozila se razlikuju od istih procesa mašina u proizvodnji. Sama činjenica da su vozila pokretna sredstva koja su u međusobnom uticaju sa okruženjem nameće potrebu drugačijem pristupu upravljanja procesom održavanja, u odnosu na mašine u proizvodnji. U tom smislu, za efikasno upravljanje procesom održavanja voznih parkova potrebno je objedinjeno posmatrati transportni proces, proces održavanja vozila i njihovo okruženje.

U posljednje dve decenije obavljena su brojna istraživanja u oblasti upravljanja radom voznih parkova, (Milosavljević i ostali, 1996), (McKinnon, 1999), (Bojović, 2002), (DETR, 2002), (Joumard i ostali, 2003), (Leonardi i Baumgartner, 2004), (EEA, 2006), (Bojović i Milenković, 2008), (Momčilović i ostali, 2008), (ICF, 2009), (Mijailović i ostali, 2009), (Kamakaté i Schipper, 2009), (Momčilović i ostali, 2009), (Ruzzenenti i Basosi, 2009), (Bojović i ostali, 2010), (Momčilović i ostali, 2010), (Vujanović i ostali, 2010). U posmatranim radovima primenjeni su različiti matematički i analitički pristupi i predložene su različite mere sa ciljem podrške rukovodiocima za efikasno raspoređivanje vozila na transportne zadatke, za poboljšanje strukture i obima voznih parkova, za poboljšanje energetske efikasnosti voznog parka, za smanjenje emisije izduvnih gasova od vozila itd. Jedan od ciljeva u navedenoj literaturi je obavljanje zadatog obima transportnog rada u određenom periodu posmatranja na što racionalniji način. Međutim, na osnovu analize navedenih istraživanja uočena je potreba da se pažnja obrati na značaj upravljanja procesom održavanja kako bi funkcionisanje voznih parkova bilo racionalnije i efikasnije, što bi dodatno unapredilo posmatranu oblast.

U tom smislu, tema ove disertaciji obuhvata istraživanje uticaja integrisanog upravljanja procesom održavanja na efikasan i racionalan rad voznog parka u posmatranim preduzećima. Pri tome, kao preduslov ostaje nepromenjen obim transportnog rada koji je kao zadatak postavljen pred vozni park u posmatranom periodu, uzimajući u obzir i zahteve okruženja.

1.2 Definisane ciljeva i značaja istraživanja

Razmatrana preduzeća imaju cilj da efikasno i racionalno realizuju planirani transportni rad kako bi bio ostvaren veći profit.

Prilog ostvarivanju navedenog cilja predstavlja istraživanje uticaja upravljanja procesom održavanja vozničkih parkova. Kroz efikasno upravljanje procesom održavanja nastoji se delovati na ukupno smanjenje troškova transporta i održavanja po zadatom obimu transportnog rada.

Ideja je da se u okviru upravljanja održavanjem vozničkih parkova objedinjeno posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje, te da se primene osnovni principi koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“ i usmere prema energetski efikasnijem radu vozničkih parkova.

Cilj istraživanja je da se razvije metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja drumskih vozničkih parkova. U okviru metodologije definišće se, između ostalog, pogodni pokazatelji za merenje efekata od primene određenih mera. Ostvarene vrednosti definisanih pokazatelja poslužiće rukovodiocima kao podrška prilikom donošenja upravljačkih odluka.

Značaj ovog istraživanja je da pokaže u kojoj meri je integrisano upravljanje procesom održavanja važno za efikasan i racionalan rad voznog parka. Pri tome, ostaje uslov obavljanja zadatog obima transportnog rada u posmatranom periodu, uz uvažavanje zahteva okruženja.

Primena razvijene metodologije integrisanog upravljanja procesom održavanja doprineće povećanju energetske efikasnosti i stvoriće uslove za smanjenje veličine voznog parka, između ostalog. To utiče na ukupno smanjenje troškova transporta i održavanja po jedinici obavljenog transportnog rada. Osim toga, primenom metodologije razmatrana preduzeća posvećuju veći značaj zaštiti životne sredine kroz manju emisiju izduvničkih gasova i kroz smanjenje štetnog uticaja transporta i održavanja.

1.3 Opis problema

Razmatrana preduzeća dolaze do profita prevozom tereta, odnosno obavljanjem transportne usluge. Preduzeća obavljaju transportnu uslugu na osnovu ispostavljenih transportnih zahteva svojih klijenata. Zahtev za transportom tereta je najčešće definisan sledećim atributima:

- teretom, kojeg treba prevesti (vrsta, količina i specifični zahtevi tereta),
- mestima utovara i istovara tereta,
- vremenskim momentima utovara i istovara tereta.

Za obavljanje transportne usluge preduzeća koriste sopstveni vozni park koji je najčešće heterogene strukture. Vozni park se sastoji od komercijalnih vozila različitih proizvođača, marki i tipova. U zavisnosti od konstrukcionih i tehničko-eksploatacionih karakteristika određuje se pripadnost svakog vozila iz voznog parka određenoj konstrukciono-eksploatacnoj (KE) grupi. Vozila sa istim i/ili sličnim posmatranim karakteristikama grupišu se u jednu KE grupu. U tom smislu, struktura voznog parka određena je, između ostalog, brojem KE grupa i brojem vozila unutar svake KE grupe.

Na osnovu ispostavljenih transportnih zahteva klijenata, evidentiraju se atributi zahteva, sortiraju se i grupišu zahtevi prema vrsti, odredištu i vremenu dostave tereta i formiraju se transportni zadaci. Definisani transportni zadaci određuju obim transportnog rada u posmatranom vremenskom periodu, koji treba da se obavi uz pomoć raspoloživog voznog parka. Jedan transportni (radni) zadatak obuhvata ciklus rada vozila od izlaska do povratka u autobazu, (Papić, 1985), (Papić, 1987). U okviru jednog transportnog zadatka mogu se realizovati zahtevi jednog ili više klijenata. Transportni zadatak je određen sledećim podacima:

- vrsta vozila (pripadnost određenoj KE grupi),
- vreme polaska vozila,
- mesta utovara i istovara tereta,
- planirano vreme povratka vozila u autobazu,

- dužina puta,
- planirani transportni rad.

Potrebno je, između ostalog, korisnu nosivost, vrstu i zapreminu tovarnog prostora vozila određene KE grupe prilagoditi masi, vrsti i zapremini tereta koji se prevozi, kako bi posmatrana KE grupa vozila bila pogodna za obavljanje konkretnog transportnog zadatka.

Prema autoru (Papić, 1987), (Papić, 1995), skup svih planiranih transportnih zadataka koje vozni park treba da obavi u određenom vremenskom periodu predstavlja „Operativni program rada“ ili „Operativni plan rada“ (OPR). OPR može da ima različite oblike i da se odnosi na različite vremenske periode (dan, nedelja, mesec i sl.). Njime je određena proizvodnost voznog parka, koja se planira postići. Prema tome, polazi se od pretpostavke da posmatrani vozni parkovi rade i obavljaju transportnu uslugu prema zadatom OPR-u.

Međutim, tokom obavljanja transportnih zadataka na vozilima se odvija proces promene tehničkog stanja. Kao posledica promene tehničkog stanja, vozila ispostavljaju različite zahteve za održavanjem. Ovi zahtevi generišu potrebne intervencije održavanja koje treba obaviti na vozilima. Intervencije održavanja na vozilima realizuju se u pogonima za održavanje, odnosno u sopstvenim pogonima preduzeća i/ili u specijalizovanim servisima „za treća lica“. U ovom radu posmatraju se preduzeća koja svoj vozni park mogu održavati u sopstvenim pogonima, u specijalizovanim servisima ili kombinacijom navedena dva slučaja, odnosno određene intervencije održavanja sprovode se u sopstvenim pogonima preduzeća, a određene intervencije u specijalizovanim servisima „za treća lica“.

Vremenski periodi tokom kojih se na vozilima sprovode potrebne intervencije održavanju su periodi kada se ova vozila nalaze u stanju „nespremno za rad“, (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995). Vozila u stanju „nespremno za rad“ nisu raspoloživa za realizaciju transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a. Nakon izvršenja potrebnih intervencija održavanja, vozila prelaze u stanje „spremno za rad“ i postaju ponovo

raspoloživa za obavljanje transportnih zadataka. U tom smislu, uočava se povezanost transportnog procesa i procesa održavanja vozila.

Može se zaključiti da posmatrana preduzeća ostvaruju prihod u zavisnosti od realizacije zadanog OPR-a. Međutim, usled obavljanja transportnih zadataka preduzeća ostvaruju i određene troškove transporta i održavanja, koji utiču na ostvareni profit.

Cilj posmatranih preduzeća je da u potpunosti realizuju planirani transportni rad, uz ostvarivanje ukupno što manjih troškova transporta i održavanja, čime ostvaruju veći profit.

Problem koji se često pojavljuje u razmatranim preduzećima pri ostvarivanju ovako definisanog cilja je što se odvojeno posmatra transportni proces i proces održavanja vozila. Rukovodioci često pridaju veći značaj transportnom procesu i pretežno su usmereni na realizaciju planiranih transportnih zadataka, a pri tome zapostavljaju značaj procesa održavanja na ostvarivanje profita.

To može doprineti nastajanju poremećaja u procesu održavanja vozila, kao npr. nedostatak kapaciteta i resursa sopstvenih pogona održavanja u potrebnim vremenskim periodima, nemogućnost specijalizovanih servisa da intervencije održavanja izvrše u potrebnim vremenskim periodima i sl.

Ovi poremećaji generišu neplanirane vremenske periode tokom kojih su vozila u stanju „nespremno za rad“. To može dovesti do nedostatka slobodnih vozila u stanju „spremno za rad“ pogodnih KE grupa sa aspekta tovarnog prostora u planiranim vremenskim periodima za obavljanje transportnih zadataka. Tada se najčešće upotrebljavaju raspoloživa vozila drugih KE grupa. Međutim, time se smanjuje iskorišćenje korisne nosivosti vozila ili se za transport određene količine tereta upotrebljava više vozila. To doprinosi smanjenju energetske efikasnosti voznog parka, što rezultira većom specifičnom potrošnjom goriva po jedinici transportnog rada - q_t (u lit./100tkm), odnosno većom ukupnom potrošnjom goriva za zadati transportni rad, (Vujanović i ostali, 2010), (Vujanović i ostali, 2011). Time su veći troškovi eksploatacije, u okviru transportnih troškova.

Posmatrani poremećaji u procesu održavanja mogu dovesti i do nedostatka slobodnih vozila u stanju „spremno za rad“ u planiranim vremenskim periodima za obavljanje transportnih zadataka. U tom slučaju nije moguće obaviti određene transportne zadatke jer nema slobodnih vozila u stanju „spremno za rad“. To utiče na smanjenje realizacije planiranih transportnih zadataka, odnosno na smanjenje efikasnosti rada voznog parka u posmatranom periodu.

Dodatan problem pri realizaciji definisanog cilja u posmatranim preduzećima predstavlja to što se često transportni proces i proces održavanja vozila posmatraju odvojeno od okruženja. Kako su vozila pokretna sredstva koja obavljaju transportnu uslugu izvan granica preduzeća, postoji određena međuzavisnost posmatranih procesa i okruženja. Pod okruženjem se posmatraju spoljašnji faktori, kao što su: zaštita životne sredine, stanje saobraćajne infrastrukture, bezbednost saobraćaja, saobraćajni uslovi, klimatski uslovi, odnos ponude i potražnje za transportnim zahtevima, ekonomsko stanje društvene zajednice i drugi.

Usled uticaja okruženja, vozila mogu biti u neplaniranim periodima u stanju „nespremno za rad“. To dovodi do navedenih poremećaja u procesu održavanja, što rezultira da u planiranim periodima nema raspoloživih vozila za rad iz pogodnih KE grupa ili da nema ni jednog raspoloživog vozila za rad.

U tom smislu, ukoliko se prilikom realizacije definisanog cilja preduzeća odvojeno posmatra okruženje od transportnog procesa i procesa održavanja, to može dovesti do smanjenja realizacije planiranih transportnih zadataka u posmatranom periodu, kao i do smanjenja kvaliteta transportne usluge, što utiče na smanjenje efikasnosti rada voznog parka. Pored toga, odvojeno posmatranje okruženja i navedenih procesa može doprineti smanjenju energetske efikasnosti voznog parka kroz upotrebu vozila manje pogodnih KE grupa, sa aspekta tovarnog prostora. To istovremeno utiče na povećanje troškova eksploatacije po ostvarenom transportnom radu.

Kako bi se prevazišli navedeni poremećaji u procesu održavanja i rešio opisani problem, posmatrana preduzeća nabavljaju znatno veći broj vozila nego što je neophodno za realizaciju zadatog transportnog rada u posmatranom periodu. Razlika u inventarskom

broju vozila u voznom parku (A_i) i neophodnog broja vozila za realizaciju OPR-a (A_n) predstavlja broj vozila „u rezervi“ (A_r). Vozila „u rezervi“ koriste se za rad kao zamena za vozila koja su u stanju „nespremno za rad“. Sa većim brojem vozila A_r , može da se pretpostavi da će biti veća verovatnoća realizacija OPR-a. Međutim, sa većim brojem vozila A_r za isti obim transportnog rada veći su troškovi kapaciteta voznog parka (troškovi registracija, osiguranja i sl.), u okviru transportnih troškova. Pored toga, sa većim brojem vozila A_r veći su i troškovi održavanja (radnici, rezervni delovi, materijali, ulje i sl.) po jedinici transportnog rada.

Rešenje opisanog problema u ovoj doktorskoj disertaciji nastoji se dobiti primenom efikasnog upravljanja procesom održavanja voznog parka. Za efikasno upravljanje posmatranim procesom neophodno je integrisano posmatrati:

1. transportni proces, kao primarni proces koji donosi profit preduzeću;
2. proces održavanja vozila, kao logističku podršku transportnom procesu;
3. okruženje, kao spoljašnje faktore koji utiču na navedene procese.

Cilj ovako integrisanog upravljanja procesom održavanja voznog parka je da se obezbedi neophodan broj vozila pogodnih KE grupa u stanju „spremno za rad“ u potrebnim vremenskim periodima, prema zahtevima OPR-a i okruženja, kako bi se ostvario definisani cilj preduzeća.

Da bi se integrisano upravljanje procesom održavanja voznih parkova efikasno sprovedo ideja je da se primene principi koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“. Prema ovoj koncepciji, proces održavanja se prilagođava izvršenju primarnog proizvodnog procesa, a donošenje odluka pri upravljanju procesom održavanja u velikoj meri zavisi od ostvarenih vrednosti pokazatelja koji se koriste za merenje efekata primene određenih mera, (Zhu i Pintelon, 2001). Ova koncepcija, između ostalog, podrazumeva definisanje potrebnih pokazatelja pomoću kojih se mere efekti od upravljanja održavanjem, praćenje vrednosti pokazatelja u odnosu na usvojene granične vrednosti i donošenje upravljačkih odluka od strane rukovodilaca u slučaju nedozvoljenih odstupanja vrednosti pokazatelja od graničnih vrednosti, (Zhu i Pintelon, 2001).

Cilj doktorske disertacije je razvoj metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja vozni parkova uz primenu osnovnih principa koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“. Primenom metodologije nastoje se pronaći potencijalna mesta poboljšanja transportnog procesa i procesa održavanja, obezbediti objektivne činjenice za donošenje upravljačkih odluka i izmeriti efekti primenjenih mera poboljšanja pri upravljanju procesom održavanja, uvažavajući pri tome zahteve okruženja.

Doktorska disertacija treba da ukaže na značaj integrisanog upravljanja procesom održavanja za efikasno i racionalno funkcionisanje vozni parkova. Integrisanim upravljanjem održavanjem deluje se na ukupno smanjenje troškova transporta i troškova održavanja po ostvarenom transportnom radu. Kao jedan od efekata primene razvijene metodologije je povećanje energetske efikasnosti voznog parka. Pored toga, primenom metodologije stvaraju se uslovi za smanjenje veličine voznog parka u odnosu na zadati OPR i na zahteve okruženja. To zajedno utiče na ukupno smanjenje navedenih troškova po ostvarenom transportnom radu, čime posmatrana preduzeća ostvaruju veći profit i realizuju postavljeni cilj.

2. UPRAVLJANJE PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH PARKOVA

Upravljanje procesom održavanja vozni parkova u opštem smislu predstavlja složen skup aktivnosti u cilju ostvarivanja postavljenog cilja preduzeća. Za detaljan prikaz upravljanja održavanjem vozni parkova neophodno je objasniti pojam procesa održavanja. Posmatrana oblast posebno je istražena u industrijskoj proizvodnji. Na osnovu prikaza osnovnih pojmova procesa održavanja i ciljeva upravljanja posmatranim procesom u industrijskoj proizvodnji, opisaće se osnovne aktivnosti upravljanja procesom održavanja kada su u pitanju drumski vozni parkovi.

Prema Britanskom standardu (BS3811, 1984), održavanje predstavlja kombinaciju svih tehničkih i odgovarajućih administrativnih aktivnosti, sprovedenih da bi se jedan element zadržao ili vratio u stanje u kome može vršiti zahtevanu funkciju.

Slično, prema Evropskom standardu (EN13306:2001, 2001), održavanje se definiše kao kombinacija svih tehničkih, administrativnih i upravljačkih aktivnosti tokom životnog ciklusa uređaja sa namerom da se on zadrži ili ponovno vrati u stanje u kojem može da obavlja zahtevanu funkciju.

Uopšteno posmatrano, prema (Hsu, 1991), (Bamber, Sharp i Hides, 1999), (Crocker, 1999), (Pintelon, Gelders i Puyvelde, 2000), održavanje predstavlja kompleksan proces koji se sprovodi na osnovu planiranih periodičnih intervencija (raspoređeno ili planirano održavanje), otkaza uređaja i opreme ili na osnovu degradacije posmatranih parametara stanja (neplanirani ili hitni zahtevi za održavanjem). Proces održavanja zahteva

planiranje, raspoređivanje, kontrolu, obezbeđivanje kvaliteta i upotrebu neophodnih kapaciteta i resursa održavanja (pogoni za održavanje, radna snaga, mašine, oprema, alati, rezervni delovi, materijali i sl.).

Prema (Duboka, 1992), pod održavanjem se podrazumeva skup najraznovrsnijih postupaka koji se primenjuju radi odlaganja ili potpunog sprečavanja (trenutka) nastanka kvara („otkaza“) tehničkog sistema i koji omogućavaju da se tehnički sistem iz tkz. „stanja u otkazu-SUO“, (Todorović, 1984), (Zelenović i Todorović, 1990), vrati u „stanje u radu-SUR“.

Prema (Campbell, 1998), proces održavanja treba da održi opremu, uređaje ili mašine u željenim uslovima rada kako bi se zadovoljili zahtevi primarnog procesa. Prema istom autoru, svrha procesa održavanja je da podržava i opslužuje primarni proces.

Autor u knjigama (Dhillon, 2002), (Dhillon, 2006), definiše održavanje kao skup svih neophodnih aktivnosti za zadržavanje uređaja ili opreme, ili njihovo ponovno vraćanje, u propisano stanje.

Održavanje, prema (Johnson, 2002), predstavlja neophodan posao koji se dnevno ponavlja, periodično izvodi ili je raspoređen sa ciljem da se održi ili obnovi rad pogona, sistema, uređaja i opreme prema njihovim projektovanim funkcijama.

Proces održavanja treba biti posmatran kao jedan od osnovnih poslovnih aktivnosti preduzeća, (Pintelon, Gelders i Puyvelde, 2000), (Zhu i Pintelon, 2001), (Waeyenbergh i Pintelon, 2002). Aktivnosti održavanja imaju za cilj da podržavaju i opslužuju primarni proces kako bi se postigli osnovni ciljevi poslovanja preduzeća. Prema tome, održavanje treba biti zasnovano na primarnom procesu i integrisano u sveukupne aktivnosti poslovanja preduzeća, (Zhu i Pintelon, 2001). Sprovođenje odgovarajućeg održavanja ne pomaže samo u smanjenju eksploatacionih troškova uređaja i opreme, već takođe pozitivno utiče na ukupno poslovanje preduzeća, (Waeyenbergh i Pintelon, 2002). Ciljevi procesa održavanja, prema (Zhu i Pintelon, 2001), (Zhu, Gelders i Pintelon, 2002), su da: poveća mogućnosti primarnog procesa; poboljša performanse

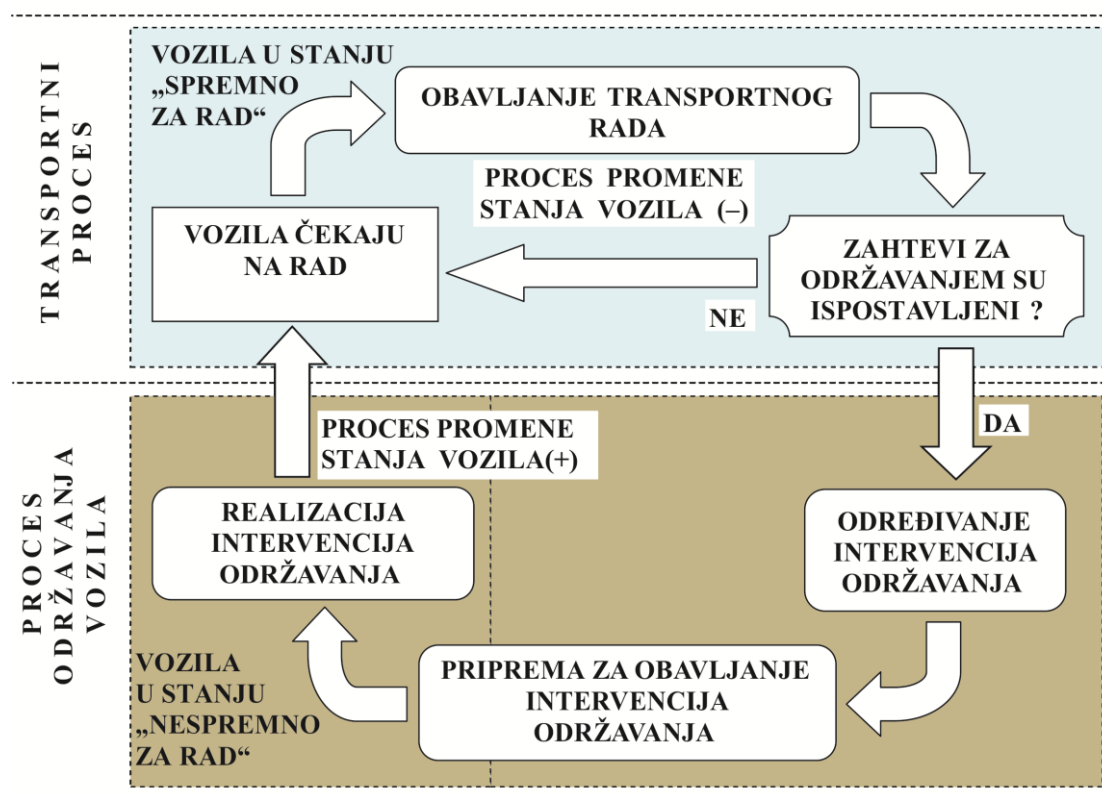
primarnog procesa, kao što su kvalitet, profit itd.; zadovolji zakonske zahteve kao što su standardi bezbednosti i životne sredine u okviru svojih troškovnih mogućnosti.

Kada su u pitanju drumski vozni parkovi, proces održavanja predstavlja podršku transportnom procesu, koji treba da obezbedi obavljanje transportne usluge kako bi se zadovoljili zahtevi klijenata, (Vujanović i ostali, 2011). Prema autoru (Duboka, 2008), motorna i priključna vozila imaju osnovni zadatak da vrše koristan rad omogućavajući prevoz ljudi, robe i sl., što ne može uspešno da se izvrši bez odgovarajuće logističke podrške gde održavanje ima jednu od najvažnijih uloga. Korišćenje vozila uvek mora, prema (Todorović, 1990), da bude logistički obezbeđeno, tj podržano prikladnim sistemom održavanja, koji se karakteriše „najboljim“ konceptijskim, organizacionim, tehnološkim i logističkim rešenjima. U tom smislu, održavanje treba smatrati vitalnim elementom logističke podrške korišćenju vozila.

Cilj procesa održavanja voznih parkova je da kroz obezbeđenje neophodnog broja vozila odgovarajuće KE grupe u stanju "spremno za rad" u periodu kada su potrebna i dokle su potrebna, sa određenim nivoom pouzdanosti, omogući realizaciju cilja transportnog preduzeća, (Papić, 1995).

Prema (Papić, Medar i Pejčić-Tarle, 1999), održavanje voznih parkova mora se posmatrati kao važan činilac realizacije transportnog rada i kao takvo mora biti usmereno da obezbedi da se transportni rad obavlja u uslovima održivog transporta. U tom kontekstu mesto i uloga održavanja može da se, prema ovim autorima, definiše preko sledećih zahteva: da obezbedi ispravna vozila u momentu kada su potrebna sa zadatim nivoom pouzdanosti u eksploatacionom periodu koji sledi; da primenjenom tehnologijom, posebno u domenu recikliranja (agregati, ulja, voda), postigne što bolji energetski efekat u odnosu na jedinicu transportnog rada; da smanji direktno delovanje na okolinu kroz povećanje pouzdanosti vozila i nadgradnji i time njihove bezbednosti, kroz održavanje na što nižem nivou potrošnje goriva, sadržaja štetnih gasova u izduvnim gasovima i buke, kroz sistematičnu pripremu otpisanih vozila, agregata, delova i materijala za reciklažu, kroz zaštitu radnika i okoline od pratećih štetnih sastojaka (izduvni gasovi, boje i lakovi i sl.), te kroz smanjenje potrebnih radnih površina.

Najopštije posmatrano cilj procesa održavanja voznih parkova je da transformiše vozila iz stanja „nespremno za rad“ u stanje „spremno za rad“ kako bi ista bila raspoloživa za obavljanje transportnog procesa, čime se realizuje cilj preduzeća (slika 2.1). Vozila koja su u stanju „spremno za rad“ obavljaju transportni rad pri čemu se istovremeno na vozilima sprovodi proces „negativne“ promene tehničkog stanja vozila.



Slika 2.1: Šema periodičnog smenjivanja stanja vozila tokom njihovog eksploatacionog veka

Kao posledica ove promene, vozila povremeno ispostavljaju zahteve za održavanjem. Nakon ispostavljanja zahteva za održavanjem jednog konkretnog vozila, određuju se intervencije održavanja koje je potrebno sprovesti i obezbeđuju se svi neophodni uslovi (radne površine za održavanje, radnici potrebnih struka, oprema, rezervni delovi, materijali itd.). Tokom sprovođenja intervencija održavanja vozila se nalaze u stanju „nespremno za rad“ i nisu raspoloživa za obavljanje transportnog procesa. Nakon obavljenih intervencija održavanja poboljšava se tehničko stanje vozila i ista su

ponovno raspoloživa za obavljanje transportnog procesa. Prema autoru (Papić, 1995), posmatrano u odnosu na jedno vozilo, transportni proces i proces održavanja vozila ciklično se smenjuju. Oba procesa praćena su procesom promene stanja vozila.

Vozila ispostavljaju zahteve za održavanjem u definisanim vremenskim momentima i u slučajnim vremenskim trenucima usled pojave neispravnosti ili otkaza. Vozila se mogu nalaziti u stanju „nespremno za rad“ odmah po ispostavljanju zahteva za održavanjem. Prema tome, vozila su neraspoločiva za rad od momenta ispostavljanja zahteva, pa sve do momenta kada su sprovedene potrebne intervencije održavanja. Tada je važno da se pored efikasne i kvalitetne realizacije potrebnih intervencija održavanja i priprema predstojećeg posla održavanja obavi efikasno i kvalitetno, kako bi vozila za što kraće vreme ponovno postala raspoloživa za transportni proces.

U tom smislu, jedan od primarnih zadataka upravljanja procesom održavanja voznih parkova je da preko sprovođenja svih neophodnih aktivnosti omogući što kraće zadržavanje vozila u stanju „nespremno za rad“, a da pri tome sprovedene aktivnosti ne utiču negativno po okruženje i da ne izidu iz okvira definisanih ekonomskih mogućnosti preduzeća.

Upravljanje procesom održavanja, prema Britanskom standardu (BS3811, 1984), predstavlja organizaciju održavanja u okviru predviđene politike. Ciljevi upravljanja procesom održavanja su: obezbeđivanje osnovnih funkcija uređaja i opreme (raspoloživost, efikasnost i kvalitet proizvoda); obezbeđivanje radnog veka (upravljanje sredstvima u preduzeću) i bezbednosti uređaja i opreme; obezbeđivanje zaštite životne sredine i ljudske dobrobiti.

Prema Evropskom standardu (EN13306:2001, 2001), upravljanje procesom održavanja predstavlja skup svih aktivnosti upravljanja koji definišu prioritete ili ciljeve, strategije i nadležnosti održavanja i ostvaruju ih uz pomoć planiranja, kontrole i supervizije održavanja, kao i uz pomoć poboljšanja određenih metoda, uključujući ekonomske aspekte u organizaciji. Autori (Campbell, 1995), (Shenoy i Bhadury, 1998), (Campbell i Jardine, 2001), definišu upravljanje održavanjem veoma usklađeno sa Evropskim standardom.

Autor (Priel, 1974), definiše principe upravljanja održavanjem kao efektivnu upotrebu i koordinaciju između informacija i resursa održavanja, kako bi se postigli sledeći ciljevi: obezbeđenje raspoloživosti uređaja i opreme u pogledu kratkoročnih i dugoročnih iskorišćenja; obezbeđivanje potrebnih performansi uređaja i opreme u pogledu ostvarivanja postavljenih zadataka; balansiranje učesća preventivnog i korektivnog održavanja kako bi se postigao što bolji kompromis između direktnih i indirektnih troškova održavanja.

Prema (Wireman, 1998), upravljanje održavanjem posmatra se kao upravljanje svim sredstvima preduzeća u pogledu što bržeg povraćaja uloženi investicija u ta sredstva.

Prema (Johnson, 2002), upravljanje procesom održavanja podrazumeva organizaciju, planiranje, predviđanje, koordinaciju i kontrolu svih neophodnih funkcija kako bi se obezbedilo da oprema i uređaji funkcionišu u projektovanim granicama u okviru definisanih ekonomskih mogućnosti. Upravljanje obezbeđuje da preduzeće najbolje moguće iskoristi svoje ljudske potencijale, opremu, uređaje i materijale pri postizanju definisanog cilja. Prema ovom autoru, upravljanje procesom održavanja sprovodi se zbog sledećih ciljeva: da obezbedi takav nivo ili standard održavanja pogona, prostorija, mašina, sistema, uređaja i opreme kako bi isti postigli propisane zahteve funkcionisanja; da sprovodi raspoređeni posao održavanja koji se uobičajeno ponavlja, a da pri tome smanjuje ili eliminiše zahteve za većim opravkama i/ili skupim zamenama delova mašina ili opreme; da obezbedi pozitivnu kontrolu ljudskih resursa uz pomoć kompetentne supervizije; da obezbedi efikasan rad pogona za održavanje balansiranjem obima rada i ljudskih resursa pomoću odgovarajućeg raspoređivanja posla u održavanju; da obezbedi stabilnu radnu snagu; da kontroliše troškove održavanja neprestanim upoređivanjem ostvarenih prema planiranim rashodima, kao i ostvarenih performansi u održavanju upotrebom izveštaja o analizama upravljanja; da obezbedi centralizovano pohranjivanje podataka o mašinama, opremi i troškovima.

Postoje tri nivoa upravljanja procesom održavanja: strateški, taktični i operativni, (Zhu i Pintelon, 2001), (Zhu, Gelders i Pintelon, 2002). Na strateškom nivou definišu se ciljevi poslovanja preduzeća, kao i sredstva koja se održavaju. Početna tačka na taktičnom nivou upravljanja su analize procesa, performansi i opreme u preduzeću. Pored toga, na

ovom nivou upravljanja definiše se politika održavanja, odnosno koncept, resursi, organizacija, stepen izmeštenih intervencija („outsourcing“) i budžet održavanja. Operativni nivo upravljanja sadrži aktivnosti planiranja, realizacije i kontrole posla održavanja, kao i ocenu efikasnosti procesa održavanja pomoću ključnih pokazatelja performansi sistema.

Prema autorima (Marquez i Gupta, 2006), (Marquez, 2007), upravljanje procesom održavanja sadrži aktivnosti koje se sprovode na međusobno zavisnim strateškim, taktičkim i operativnim nivoima upravljanja. Aktivnosti na strateškom nivou upravljanja imaju zadatak da transformišu prioritete preduzeća u prioritete procesa održavanja i da se kao cilj definiše plan po kojem će se obavljati proces održavanja. Aktivnosti na taktičnom nivou upravljanja imaju zadatak da definišu potrebne resurse održavanja. Kao rezultat, dobija se popunjeni plan, koji obuhvata intervencije održavanja koje se trebaju obaviti sa određenim resursima održavanja. Aktivnosti na operativnom nivou upravljanja imaju za cilj da obezbede sprovođenje intervencija održavanja pomoću radnika odgovarajućih kvalifikacija, prema raspoređenom periodu izvođenja, koristeći propisane procedure i odgovarajuću opremu i alate. Kao rezultat, obavljen je posao održavanja i sačuvani su neophodni podaci u informacionom sistemu.

Kada su drumski vozni parkovi u pitanju, može da se kaže da upravljanje procesom održavanja obuhvata definisanje, sprovođenje i kontrolu poslova i procedura u procesu održavanja, obavljanje analiza i ocenjivanje ostvarenih rezultata rada pomoću odgovarajućih pokazatelja, donošenje i sprovođenje upravljačkih odluka i stalno unapređenje procesa održavanja primenom različitih mera poboljšanja.

Usled procesa promene stanja vozila, ispostavljaju se zahtevi za održavanjem. Svi ispostavljeni zahtevi za održavanjem evidentiraju se i određuju se intervencije održavanja, koje je potrebno sprovesti. Svi evidentirani zahtevi za održavanjem planiraju se za sprovođenje, u okviru pripremnih aktivnosti. Planiranje posla održavanja u osnovi podrazumeva donošenje odluka o mestu i vremenu za realizaciju potrebnih intervencija održavanja.

Intervencije održavanja mogu se realizovati u sopstvenim pogonima preduzeća i/ili u specijalizovanim servisima „za treća lica“.

Kada se određene intervencije održavanja sprovode u okviru sopstvenih pogona preduzeća, u okviru pripremnih aktivnosti planira se korišćenje sopstvenih resursa održavanja. Definišu se odgovarajuće struke radnika, potrebni rezervni delovi, materijali i specijalni alati za planirani posao održavanja. Tako isplanirani posao održavanja raspoređuje se u sopstvenim pogonima za održavanje. To podrazumeva raspoređivanje radnika potrebnih struka na vozila, na kojima se sprovode potrebne intervencije održavanja i koja su raspoređena na određena radna mesta za vozila (RmV), prema planiranim vremenskim periodima.

Kada se intervencije održavanja sprovode isključivo u specijalizovanim servisima, posao pripreme obuhvata planiranje posla održavanja i kontrolu realizacije planiranog posla.

Po sprovođenju potrebnih intervencija održavanja na svakom vozilu vrši se kontrola obavljenog posla, u pogledu kompletnosti i kvaliteta izvršenih intervencija, kao i u pogledu upotrebljenih rezervnih delova, materijala i sl. Nakon toga, obrađuje se dokumentacija o obavljenom poslu održavanja i arhiviraju se potrebne informacije u bazi podataka u informacionom sistemu. Na osnovu dokumentacije o obavljenom poslu i informacija iz baza podataka, izrađuju se izveštaji i sprovode se različite analize. Na osnovu izveštaja i analiza, između ostalog, donose se upravljačke odluke o primeni određenih mera za poboljšanje procesa održavanja.

Pored toga, za upravljanje procesom održavanja voznih parkova neophodno je definisati osnovna sredstva u preduzeću, zatim koncepciju održavanja, organizaciju rada u održavanju, procedure ispostavljanja zahteva za održavanjem, specijalizovane servise u okruženju, koji će obavljati određene intervencije održavanja, budžet održavanja itd.

Sve navedene aktivnosti sprovode se na različitim nivoima i u različitim vremenskim periodima upravljanja. U tom smislu, aktivnosti upravljanja procesom održavanja voznih parkova mogu da se posmatraju u okviru tri međusobno zavisna nivoa

upravljanja: strateškom, taktičkom i operativnom. Kada se posmatraju vremenski periodi za izvođenje aktivnosti upravljanja, u „off-line“ vremenu sprovode se aktivnosti na strateškom i taktičkom nivou, dok se u „on-line“ vremenu sprovodi većina aktivnosti na operativnom nivou upravljanja. Na slici 2.2 prikazana je šema upravljanja procesom održavanja voznih parkova sa neophodnim aktivnostima na različitim nivoima upravljanja.

U značajnije aktivnosti strateškog upravljanja procesom održavanja voznih parkova ubrajaju se:

- definisanje i kontrola sprovođenja ciljeva preduzeća;
- definisanje i kontrola sprovođenja ciljeva održavanja;
- definisanje osnovnih sredstava u preduzeću;
- određivanje i kontrola budžeta održavanja.

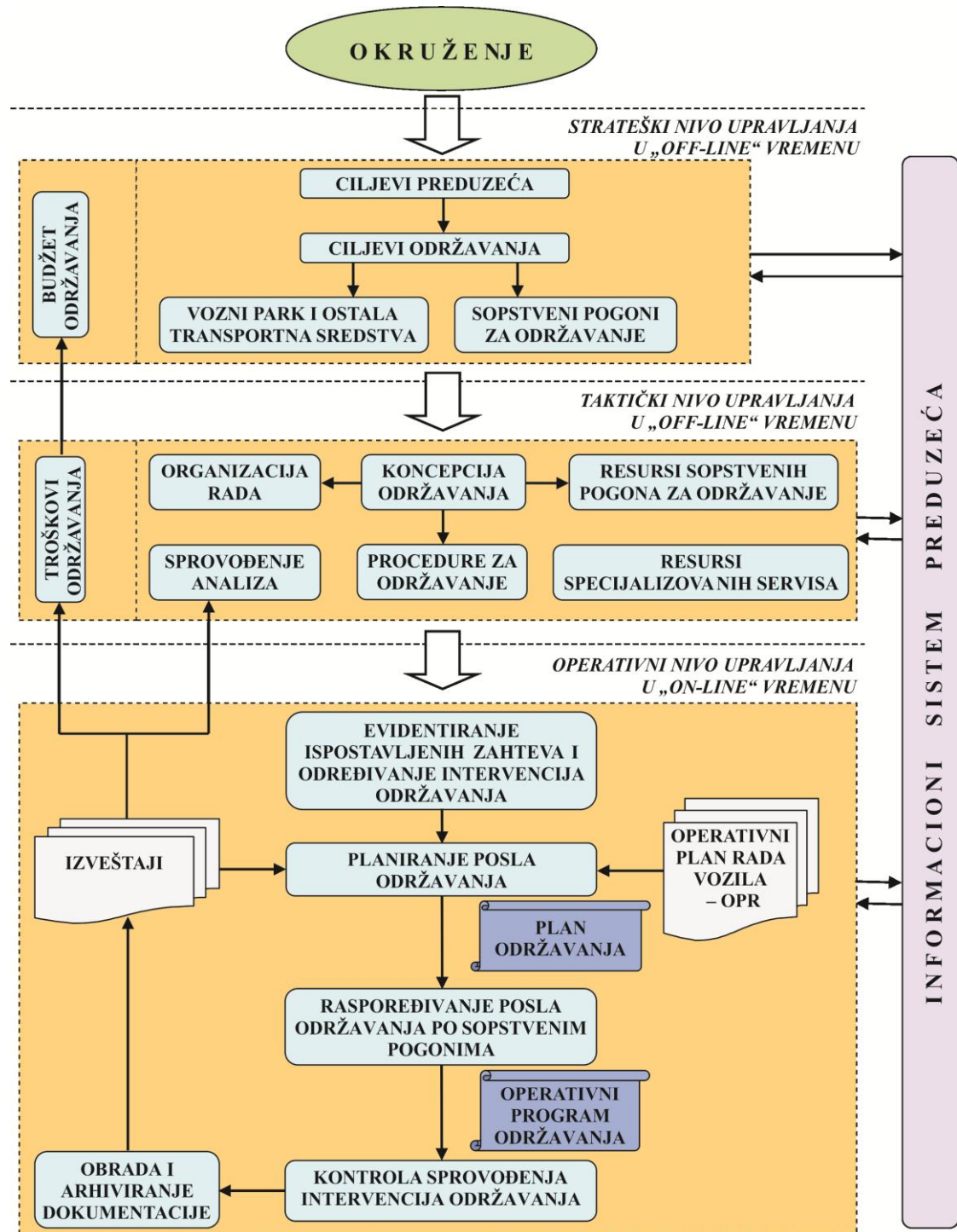
U okviru taktičkog nivoa upravljanja procesom održavanja voznih parkova značajnije aktivnosti su:

- određivanje i kontrola sprovođenja koncepcije održavanja;
- određivanje i kontrola sprovođenja organizacije rada u održavanju;
- upravljanje resursima održavanja;
- evidentiranje specijalizovanih servisa u okruženju
- definisanje procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem;
- obavljanje analiza o radu i održavanju voznog parka;
- kontrola ostvarenih troškova održavanja.

Na operativnom nivou upravljanja procesom održavanja voznih parkova značajnije aktivnosti su:

- evidentiranje ispostavljenih zahteva i određivanje intervencija održavanja;
- planiranje posla održavanja;
- raspoređivanje posla održavanja u sopstvenim pogonima;

- kontrola sprovođenja intervencija održavanja;
- obrada dokumentacije i izrađivanje izveštaja.



Slika 2.2: Šema upravljanja procesom održavanja voznih parkova

Rukovodioci koji upravljaju procesom održavanja voznog parka mogu da se prema aktivnostima upravljanja podele na:

- rukovodioci najvišeg nivoa menadžmenta (vlasnici preduzeća, direktori odeljenja i sl.);
- rukovodioci srednjeg nivoa menadžmenta, koji brinu o održavanju voznog parka (rukovodioci transporta i održavanja, njihovi zamenci i sl.);
- rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta (poslovođe i predradnici smena u sopstvenim pogonima za održavanje, referenti i sl.).

2.1 Definisane ciljeva preduzeća

U okviru strateškog nivoa upravljanja procesom održavanja vozni parkova rukovodioci najvišeg menadžmenta u preduzeću imaju zadatak da: definišu osnovne ciljeve preduzeća, koriguju postavljene ciljeve, prate realizaciju postavljenih ciljeva i donose odluke o primeni različitih mera za poboljšanje realizacije postavljenih ciljeva. Rukovodioci najvišeg menadžmenta u preduzeću su najčešće njegovi većinski vlasnici, kao i direktori određenih poslovnih sektora (tehnički, finansijski, pravni, marketinški itd.). Oni određuju ciljeve preduzeća prema okruženju (zahtevi u pogledu zaštite životne sredine i bezbednosti saobraćaja, odnos ponude i potražnja za transportnim zahtevima, stanje saobraćajne infrastrukture, vrednost bruto društvenog proizvoda itd.).

Značajniji ciljevi preduzeća koji obavljaju transportnu uslugu sa sopstvenim drumskim voznim parkom mogu biti:

- ostvarivanje većeg profita preduzeća;
- obavljanje svih planiranih transportnih zadataka u posmatranom periodu;
- povećanje obima transportnog rada u posmatranom periodu;
- povećanje broja klijenata;
- povećanje broja ispostavljenih zahteva klijenata u posmatranom vremenskom periodu;
- poboljšanje kvaliteta obavljene transportne usluge;

- racionalno obavljanje zadatog transportnog rada u posmatranom vremenskom periodu;
- smanjenje troškova transporta i održavanja voznog parka;
- smanjenje štetnog uticaja rada i održavanja voznog parka na okruženje;
- obezbeđivanje održivog razvoja transporta i održavanja.

Da bi se gore navedeni ciljevi ostvarili neophodno je da rukovodioci poznaju OPR, po kojem radi vozni park i donosi profit.

2.2 Definisane ciljeve održavanja

Na osnovu postavljenih ciljeva preduzeća proizlaze ciljevi održavanja vozni parkova. Ciljeve održavanja definišu rukovodioci najvišeg i srednjeg menadžmenta u preduzeću, u okviru strateškog nivoa upravljanja. U tom smislu, rukovodioci imaju zadatak da: definišu ciljeve održavanja, prate realizuju postavljenih ciljeva, donose odluke o primeni različitih mera za poboljšanje realizacije postavljenih ciljeva i ukoliko postoji potreba koriguju postojeće ciljeve održavanja. Neki od osnovnih ciljeva održavanja su:

- smanjenje intenziteta promene tehničkog stanja vozila, odnosno zadržavanje vozila u stanju „spremno za rad“ u kojem može obavljati transportni rad;
- sprečavanje pojave otkaza vozila u definisanom vremenskom periodu sprovođenjem određenih preventivnih intervencija održavanja;
- transformiranje vozila iz stanja „nespremno za rad“ u stanje „spremno za rad“;
- smanjenje broja otkaza vozila po jedinici pređenog rastojanja u posmatranom vremenskom periodu;
- obezbeđivanje vozila u stanju „spremno za rad“ u potrebnim momentima sa zadatim nivoima pouzdanosti u planiranim periodima rada vozila;
- obezbeđivanje vozila u tehnički ispravnom stanju u zakonski propisanim vremenskim momentima zadovoljenjem zakonski propisanih normativa na liniji tehničkog pregleda vozila, čime se zadovoljavaju zahtevi okruženja u pogledu bezbednosti i zaštite životne sredine;
- povećanje pouzdanosti vozila i njihovih nadgradnji, čime se povećava bezbednosti;

- smanjenje štetnog uticaja održavanja na okruženje kroz zadržavanje potrošnje goriva, sadržaja štetnih gasova i buke vozila na što nižem nivou;
- smanjenje štetnog uticaja održavanja na okruženje u pogledu sistematičnog recikliranja štetnih produkata održavanja (otpisana vozila, neupotrebljivi agregati, istrošeni pneumatici, neispravni rezervni delovi, staro ulje i sl.);
- smanjenje štetnog uticaja održavanja na zdravlje radnika od izduvnih gasova vozila na održavanju, isparavanja boja i lakova prilikom izvođenja farbarskih radova, varničenja prilikom sprovođenja limarsko-bravarskih radova i sl.

2.3 Definisane osnovnih sredstava u preduzeću

U razmatranim preduzećima osnovna sredstva su:

- vozila u okviru voznog parka i ostala transportna sredstva;
- sopstveni pogoni za održavanje vozila;
- uređaji, oprema i alati.

U okviru strateškog upravljanja procesom održavanja vozni parkova rukovodioci najvišeg menadžmenta uz pomoć rukovodioca srednjeg menadžmenta u razmatranim preduzećima definišu potrebna osnovna sredstva sa kojima će ostvariti postavljene ciljeve preduzeća i sistema održavanja. U tom smislu, rukovodioci donose odluke o nabavljanju novih i rashodovanju ili prodaji starih sredstava, kao i odluke o preduzimanju mera za poboljšanje osnovnih sredstava (struktura voznog parka, rekonstrukcija postojećih pogona za održavanje i sl.).

Rukovodioci definišu potreban obim voznog parka koji je u stanju da obavi sve planirane transportne zadatke iz OPR-a. Za određivanje potrebnog obima voznog parka rukovodioci uzimaju u obzir i zahteve za održavanjem vozila, zbog čega je inventarski broj vozila (A_i) jednak ili veći od neophodnog broja vozila (A_n) za realizaciju OPR-a. Pored toga, rukovodioci definišu i strukturu voznog parka, koja se sastoji od konstrukciono-eksploatacionih (KE) grupa vozila. Vozila sa većinom istih i/ili sličnih konstrukcionih i tehničko-eksploatacionih karakteristika grupišu se u jednu KE grupu.

Na osnovu obavljenih analiza o radu i održavanju voznog parka rukovodioci najvišeg i srednjeg menadžmenta donose odluke o nabavljanju novih i rashodovanju ili prodaji eksploatisanih vozila. Podaci o vozilima i ostalim transportnim sredstvima smeštaju se u odgovarajuće baze podataka u IS-u.

Pri definisanju potrebnih osnovnih sredstava jedna od važnih odluka rukovodioca je da li preduzeće treba da poseduje sopstvene pogone za održavanje ili sve intervencije održavanja treba da se sprovedu u specijalizovanim servisima „za treća lica“. U slučaju kada preduzeće poseduje sopstvene pogone za održavanje, rukovodioci za svaki pogon definišu njegove osnovne podatke: lokaciju (adresa, površina i dimenzije, pozicije i dimenzije ulaza i izlaza, broj i dimenzije mesta za parkiranje); površinu i osnovne dimenzije pogona; broj RmV-a i osnovne dimenzije svakog RmV-a; broj specijalizovanih radionica i osnovne dimenzije svake radionice; broj ostalih prostorija za podršku (skladišta, kancelarije, arhive, garderobe, toaleti, prostorije za ishranu radnika, za obuku radnika, toplotne podstanice itd.) i njihove osnovne dimenzije; količine i karakteristike uređaja, opreme i alata za obavljanje posla održavanja; energiju koja se koristi za pogon uređaja, opreme i alata.

Na osnovu obavljenih analiza o radu i održavanju voznog parka, rukovodioci pri strateškom upravljanju donose odluke o nabavci ili izgradnji novih pogona za održavanje, o rekonstrukciji, adaptaciji, prodaji ili rashodovanju postojećih sopstvenih pogona za održavanje, kao i o nabavci, prodaji ili rashodovanju uređaja, opreme i alata. Podaci o sopstvenim pogonima za održavanje, uređajima, opremi i alatima u preduzeću smeštaju se u pripadajuće baze podataka u IS-u.

U okviru sprovođenja aktivnosti definisanja osnovnih sredstava u preduzeću rukovodioci imaju zadatak da:

- donose odluke o nabavljanju, rashodovanju ili prodaji vozila i ostalih transportnih sredstava;
- donose odluke o nabavljanju, izgradnji, rekonstrukciji, rashodovanju ili prodaji sopstvenih pogona za održavanje;
- donose odluke o nabavljanju, rashodovanju ili prodaji uređaja, opreme i alata

- uređuju i ažuriraju baze podataka u IS-u o voznom parku, sopstvenim pogonima za održavanje, uređajima, opremi i alatima.

2.4 Određivanje budžeta održavanja

U okviru strateškog upravljanja održavanjem rukovodioci najvišeg nivoa menadžmenta imaju zadatak da definišu planirani budžet održavanja, da kontrolišu realizaciju trošenja planiranog budžeta i da donose odluke u pogledu njegovog korigovanja. Planirana vrednost budžeta u velikoj meri zavisi od postavljenih ciljeva preduzeća i sistema održavanja, od definisanih osnovnih sredstava u preduzeću, kao i od ostvarenih troškova održavanja u prethodnom vremenskom periodu.

Na osnovu sprovedenih analiza i izveštaja o radu i održavanju voznog parka, kao i na osnovu faktora okruženja (ekonomska stabilnost, ponuda i potražnja za transportnim zahtevima i sl.) rukovodioci mogu doneti odluke o korigovanju planirane vrednosti budžeta održavanja.

Planirana vrednost budžeta održavanja i svako njezino korigovanje ažurira se od strane rukovodioca najvišeg menadžmenta u bazi podataka u IS-u.

2.5 Određivanje koncepcije održavanja

Pri upravljanju procesom održavanja na taktičkom nivou rukovodioci najvišeg menadžmenta zajedno sa rukovodiocima srednjeg menadžmenta imaju zadatak da prema definisanim ciljevima preduzeća, ciljevima sistema održavanja, osnovnim sredstvima i prema planiranom budžetu održavanja odrede pogodnu koncepciju održavanja, da kontrolišu sprovođenje odabrane koncepcije i da na osnovu sprovedenih analiza i izveštaja donose upravljačke odluke o potrebnim merama za korigovanje postojeće koncepcije održavanja.

Prema autoru (Todorović, 1993), pod koncepcijom održavanja podrazumevaju se načela na kojima se donose odluke o svim elementima bitnim za sprovođenje postupaka

održavanja, posebno u odnosu na njihov sadržaj i periodiku tj. vreme. Sa druge strane, u radu (Pintelon i Waeyenbergh, 1999), pod koncepcijom održavanja podrazumeva se skup različitih intervencija održavanja (korektivne, preventivne, na osnovu stanja itd.) i opšta struktura u okviru koje se ove intervencije predviđaju za izvođenje.

Koncepcije i različiti pristupi održavanja razvijani su prema tehnološkom razvoju mašina, uređaja, opreme, instrumenata i drugih tehničkih sistema u koja spadaju i transportna sredstva, odnosno prema stepenu mehanizacije u industriji.

U prvoj polovini 20-og veka industrijska proizvodnja bila je sa niskim stepenom mehanizacije. Posledice otkaza na tehničkim sistemima nisu značajnije uticale na negativne efekte u proizvodnji. Tehnički sistemi su radili sve dok se ne desi kritičan otkaz. Tada se obavljaju intervencije opravki ili zamene određenih delova na tehničkim sistemima sa ciljem da se isti ponovo dovedu u ispravno stanje. Ova koncepcija održavanja naziva se „Korektivno održavanje“ (CM) i zastupa pristup „popravi onda kada se pokvari“, (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), (Alsyouf, 2007). Prema (BS3811, 1984), „Korektivno održavanje“ je održavanje koje se sprovodi nakon nastanka otkaza, sa ciljem da se element vrati u stanje u kome može da izvršava zahtevanu funkciju. Koncepcija korektivnog održavanja može da se, prema radu (Alsyouf, 2007), posmatra kao reaktivna jer ne preduzima nikakve akcije na prevenciji otkaza, odnosno na otkrivanju posledica otkaza.

U drugoj polovini 20-og veka zbog nedostatka industrijske radne snage i zbog povećanja zahteva za različitim proizvodima, između ostalog, dovodi do povećanja stepena mehanizacije. Raspoloživost, dugovečnost i troškovi su posmatrani kao važni faktori za postizanje ciljeva poslovanja, (Alsyouf, 2007). Na održavanje se posmatralo kao na tehničku stvar sa pristupom „ja koristim – ti opravljaj“, (Sherwin, 2000), (Waeyenbergh i Pintelon, 2002). Ova koncepcija predstavlja „Preventivno održavanje“ (PM). Prema (BS3811, 1984), „Preventivno održavanje“ je održavanje koje se sprovodi u prethodno određenim intervalima ili u odnosu na propisane kriterijume sa ciljem da se smanji verovatnoća pojave otkaza ili da se smanje performanse elementa. Intervali za sprovođenje intervencija održavanja mogu da se, prema (Kumar, 1996), (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), određuju na osnovu proteklog vremena (kalendarsko vreme) ili na

osnovu korišćenja tehničkih sistema (ukupno vreme rada, broj operacija, pređeno rastojanje). Prema (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), cilj koncepcije preventivnog održavanja je da smanji intenzitet pojave otkaza i da smanji intenzitet promene stanja tehničkih sistema obavljanjem preventivnih intervencija održavanja prema unapred definisanoj periodičnosti.

U poslednje dve decenije prošlog veka u industriji su zastupljeni sve složeniji i automatizovani tehnički sistemi. Važni faktori postaju pouzdanost, raspoloživost i pogodnost održavanja, zatim bezbednost, kvalitet, životna sredina i poznavanje više veština (Alsyouf, 2007). Sa razvojem informacionih tehnologija i sistema praćenja stanja počinje da se u industrijskoj proizvodnji primenjuje koncepcija „Održavanje prema stanju“ (CBM), koja je prvo upotrebljena u vazдушnim transportnim sredstvima i u vojnoj industriji, (Williams, Davies i Drake, 1994). Prema (BS3811, 1984), „Održavanje prema stanju“ je koncepcija preventivnog održavanja podstaknuta spoznajom o stanju nekog elementa na osnovu rutinskog ili neprekidnog posmatranja. Ova koncepcija održavanja može da se, prema autoru (Alsyouf, 2007), posmatra kao predikativna jer je najveća briga usmerena na prepoznavanje skrivenih i potencijalnih otkaza i predviđanje stanja tehničkih sistema.

Pored navedenih koncepcija, predlagani su i drugi pristupi: održavanje prema pouzdanosti, totalno produktivno održavanje, održavanje prema poslovnim ciljevima, održavanje „svetska-klasa“, održavanje zasnovano na procesu, održavanje prema troškovima radnog veka tehničkih sistema itd.

Prema (Nowlan i Heap, 1978), „Održavanje prema pouzdanosti“ (RCM) je prvobitno nastalo zbog vazдушnih transportnih sredstava. Ostali autori (Anderson i Neri, 1990), (Smith, 1993), (Moubray, 1997), daju proširenje RCM koncepta. Prema (Duboka, Autoservisi, 2008), RCM koncept se zasniva na analiziranju strukture sistema još u ranim fazama razvoja i njegovog ponašanja u toku rada kada se određuju osnovne karakteristike pouzdanosti pojedinačnih komponenata i veza između njih. Time se stvaraju osnove za formiranje zakona pouzdanosti elemenata i celog sistema, čemu se prilagođavaju programi i planovi preventivnog održavanja. Na osnovu rezultata praćenja stanja sistema u uslovima „normalnog“ korišćenja u toku celokupnog životnog

ciklusa stvaraju se uslovi za prognoziranje mogućih promena stanja sistema u budućnosti, a odgovarajući programi i planovi preventivnog i korektivnog održavanja prilagođavaju se ovakvim saznanjima. Ovakav koncept podrazumeva vrlo visoku obučenosť i kompetentnost radnika u održavanju, kao i snažnu dijagnostičku i informatičku podršku. Zbog toga je RCM koncept namenjen sistemima visokog rizika, odnosno sistemima od kojih se traži visoka bezbednost pri radu, (Duboka, 2008).

„Totalno produktivno održavanje“ (TPM) razvijeno je u Japanu, (Nakajima, 1986), (Nakajima, 1988). Prema istraživanjima (Duboka, 2008), TPM podrazumeva takvu vrstu održavanja gde rukovalac i održavalac neprekidno posmatraju rad tehničkog sistema i promene koje se u njemu događaju i samostalno, na bazi stečenog znanja i iskustva, donose odluke o primeni neophodnih mera radi sprečavanja pojave otkaza ili otklanjanja njegovih uzroka, ako je on već nastupio. Prema autorima (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), TPM i nije prava koncepcija održavanja i pored toga što je sistem održavanja njegova ključna komponenta. To je pristup za neprekidno poboljšanje efektivnosti i efikasnosti performansi određenih industrijskih aktivnosti, a na prvom mestu aktivnosti održavanja. Prema (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), cilj TPM pristupa je postizanje maksimalne efektivnosti opreme, odnosno tehničkog sistema, za čije merenje je upotrebljen pokazatelj „Ukupna efektivnost opreme“ (OEE).

Prema sprovedenim istraživanjima (Kelly, 1984), (Kelly, 1997), „Održavanje prema poslovnim ciljevima“ (BCM) je koncept održavanja sastavljena od kriterijuma i načela kako bi se ciljevi poslovanja prepoznali kroz ciljeve održavanja. Prema (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), ovaj koncept zahteva mnogo podataka o procesu proizvodnje, podataka neophodnih za predviđanje, podataka o obimu rada, planu radnog veka i očekivanoj raspoloživosti tehničkog sistema itd. Osnovni cilj BCM koncepta je maksimizacija učesća održavanja u profitabilnosti preduzeća. To je suštinska razlika u odnosu na RCM koncept, koji je više fokusiran na maksimiziranju performansi tehničkog sistema. BCM posmatra pojedinačno svaki deo tehničkog sistema, čak i kada se tehnički sistem sastoji od hiljadu različitih delova, svaki sa različitim zahtevima za održavanje, što ovaj koncept čini veoma kompleksnim (Waeyenbergh i Pintelon, 2002).

Prema autoru (Wireman, 1991), pristup „Održavanje svetska klasa“ (WCM) predstavlja održavanje tehničkih sistema bez gubitaka, pri čemu se pod gubicima podrazumevaju razlike između postupaka koji se preduzimaju i postupaka koji su se mogli preduzeti. Sa loše organizovanim intervencijama održavanja nastaju gubici u proizvodnji, vremenski gubici, gubici u kapacitetima, gubici u kvalitetu itd. Prema (Wireman, 1991), WCM pristup koristi „Kompjuterski sistem za upravljanje održavanjem“ (CMMS) pri određivanju intervala za sprovođenje intervencija preventivnog održavanja, za razliku od TPM pristupa koji koristi sveobuhvatan sistem zasnovan na forsiranju svih zaposlenih da učestvuju u održavanju.

Prema radu (Zhu i Pintelon, 2001), koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“ (PBM) koristi određene pokazatelje u procesu održavanja i primarnom procesu i na osnovu izmerenih vrednosti pokazatelja donose se odluke u okviru upravljanja procesom održavanja. Slično je i kod koncepta „Održavanje orijentisano ka rezultatima“ (ROM), koji, prema autoru (Duboka, 2008), predstavlja koncept u kome se obezbeđuju uslovi za upravljanje održavanjem i snabdevanjem rezervnim delovima, pogonskim i drugim potrošnim materijalima na osnovu nadzora nad izvršavanjem postavljenih ciljeva. Ovakvim nadzorom su obuhvaćeni kvalitativni i kvantitativni pokazatelji funkcije efektivnosti sistema, a njihova eventualna odstupanja od graničnih vrednosti predstavljaju osnov za donošenje upravljačkih odluka.

Prema autorima (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), pristupi kao što su „Terotehnologija“, „Upravljanje osnovnim sredstvima“, „Integrirana logistička podrška“ i „Analize logističke podrške“ (ILS/LSA) mogu da se posmatraju kao pristupi koji pripadaju jednom istom skupu, odnosno „Održavanju prema troškovima radnog veka tehničkih sistema“ (LSS). Premda različiti po nekim osobinama, ovi pristupi su zasnovani na ideji optimizacije ukupnih troškova održavanja u toku radnog veka tehničkog sistema, (Waeyenbergh i Pintelon, 2002).

Kada su drumski vozni parkovi u pitanju, prema izvorima (Papić, 1995), (Duboka, 2008), veći broj mogućih konceptijskih rešenja svodi se u suštini na sprovođenje koncepcija: preventivnog održavanja, korektivnog održavanja i kombinovanog održavanja.

Kod održavanja drumskih vozničkih parkova teško je izvodljiva primena samo jedne koncepcije, (Papić, 1995). Kada bi se obavljale samo preventivne intervencije sa veoma visokom učestalošću u cilju smanjenja verovatnoće nastanka otkaza vozila, bilo bi ipak neophodno sprovesti i određene intervencije čisto korektivnog karaktera usled nastanka saobraćajnog udesa. Osim toga, izvođenjem samo preventivnih intervencija u ekstremnom slučaju dovelo bi do toga da vozila ne bi stigla da obavljaju transportne zadatke jer bi se na njima neprestano sprovodile intervencije održavanja. Nasuprot tome, kada bi se sprovodilo samo korektivno održavanje, prema teoriji održavanja to bi izazvalo visoke direktne i indirektne troškove, povećalo bi se ukupno vreme zadržavanja vozila u stanju „nespremno za rad“, smanjila bi se raspoloživost vozila, što bi negativno uticalo na verovatnoću realizacije OPR-a, (Papić, 1995).

U tom smislu, pri održavanju drumskih vozničkih parkova najčešće se sreće kombinacija preventivne i korektivne koncepcije u vidu kombinovanog održavanja. Kod primene kombinovanog održavanja pojedini sklopovi, agregati i podsistemi transportnih sredstava održavaju se preventivno, a drugi korektivno, (Papić, 1995), (Duboka, 2008).

Pri razradi koncepcije održavanja rukovodioci vozničkih parkova posebnu pažnju posvećuju odnosu preventivnog i korektivnog održavanja. Pri tome, primaran značaj predstavljaju zahtevi proizvođača vozila u pogledu preventivnog održavanja. To je obično prikazano „Programom preventivnih intervencija“ (PPI), koji sadrži spisak intervencija preventivnog održavanja sa normom-obimom radova (u radnik-časovima) i periodičnošću njihovog izvođenja na osnovu proteklog vremena (kalendarsko vreme) i/ili na osnovu rada vozila (ukupno vreme rada, broj operacija, pređeno rastojanje).

Rukovodioci na osnovu izveštaja i analiza o radu i održavanju voznog parka, kao i na osnovu sopstvenih iskustava donose upravljačke odluke o korigovanju, odnosno adaptiranju postojeće koncepcije održavanja konkretnim uslovima rada i okruženju voznog parka. Rezultat korigovanja postojeće koncepcije održavanja vozničkih parkova može da se ogleda u sledećem:

- promenom periodičnosti određenih preventivnih intervencija održavanja;

- zamenom određenih korektivnih intervencija u preventivne intervencije i određivanjem periodičnosti njihovog izvođenja;
- uvođenjem novih intervencija održavanja u PPI i određivanjem periodičnosti njihovog izvođenja;
- izostavljanjem tj. „brisanjem“ određenih preventivnih intervencija iz PPI-a.

Definisana koncepcija održavanja i svako njeno korigovanje ažurira se od strane rukovodioca u bazi podataka u IS-u.

Definisana koncepcija održavanja predstavlja osnov za formiranje procedura za ispostavljanje zahteva za održavanjem, za određivanje organizacije rada u održavanju, kao i za planiranje potrebnih resursa održavanja.

2.6 Određivanje organizacije rada u održavanju

U okviru taktičkog nivoa upravljanja posmatranim procesom rukovodioci srednjeg menadžmenta, koji brinu o održavanju vozničkih parkova, definišu potrebnu organizaciju rada u održavanju, koja će omogućiti ostvarivanje postavljenih ciljeva preduzeća, kao i ciljeva sistema održavanja. Osnov za određivanje organizacije rada u održavanju predstavljaju: definisana osnovna sredstva u preduzeću, definisana koncepcija, planirani budžet održavanja i poznat OPR u posmatranom periodu.

U okviru ove aktivnosti upravljanja rukovodioci, između ostalog, kontrolišu sprovođenje definisane organizacije rada i donose različite upravljačke odluke o primeni mera za poboljšanje postojeće organizacije rada u procesu održavanja.

Prema autorima (Džinović i Dulanović, 1992), organizacija podrazumeva uređivanje, usklađivanje i vođenje sveukupnih odnosa u posmatranom procesu radi najuspešnijeg ostvarivanja cilja. Definisanjem odgovarajuće organizacije omogućuje se i obezbeđuje efikasno i racionalno ostvarivanje postavljenih ciljeva u procesu održavanja transportnih sredstava.

Kod održavanja motornih vozila organizaciona struktura održavanja se deli na nekoliko nivoa prema stepenu složenosti izvođenja intervencija održavanja, od najnižeg stepena složenosti (pranje, čišćenje, podmazivanje, podešavanje i sl.), preko obavljanja tekućih opravki i složenijih intervencija iz PPI-a, pa do obavljanja remonta, (Duboka, 2008).

Organizacija rada, jedna od kategorija nauke o organizaciji, definiše koji radnik, šta, sa čim, kako, u kom momentu ili posle čega radi; način koordinacije između RmV-a, dispečera transportnog procesa i skladišta; prioritete pri opsluzi; postupak unutrašnjeg transporta transportnih sredstava, agregata, delova, materijala i slično, (Papić, 1995).

U tom smislu, u okviru aktivnosti određivanja organizacije rada u održavanju, rukovodioci za svaki sopstveni pogon za održavanje definišu:

- spisak intervencija održavanja koje se mogu obavljati, prema osnovnoj tehnologiji rada;
- raspored i namenu RmV-a i specijalizovanih radionica;
- raspored prostorija podrške (skladišta za rezervne delove, pneumatike, maziva, materijale, kancelarije, toaleti, garderobe itd.);
- tokove vozila, rezervnih delova i materijala;
- dispoziciju opreme i specijalizovanih alata;
- procedure održavanja opreme i specijalizovanih alata;
- broj smena i vremenski periodi rada po grupama RmV-a i po specijalizovanim radionicama;
- opis nadležnosti radnika u održavanju;
- tokove radnika u održavanju;
- tokove dokumenata u održavanju;
- procedure primopredaje vozila između sistema održavanja i transporta;
- tehnološki postupak izvođenja PPI-a;
- procedure prioriteta pri opsluzi vozila na održavanju;
- procedure ispomaganja sa ostalim sopstvenim pogonima i specijalizovanim servisima;
- i drugo.

Može da se uoči mnoštvo podataka koje treba odrediti u okviru organizacije rada, pri čemu taj spisak nije konačan. U tom smislu, aktivnost određivanja organizacije rada je veoma kompleksna i značajna za efikasno upravljanje procesom održavanja. Podatke o organizaciji rada u održavanju i sva korigovanja ažuriraju navedeni rukovodioci u odgovarajućim bazama podataka u IS-u.

Na osnovu određenih osnovnih sredstava u preduzeću, definisane koncepcije i vrednosti budžeta održavanja, a prema postavljenim ciljevima preduzeća i sistema održavanja, rukovodioci definišu intervencije održavanja koje se mogu sprovoditi u okviru sopstvenih pogona za održavanje, kao i one intervencije koje se sprovode isključivo u specijalizovanim servisima „za treća lica“.

Kod određivanja rasporeda i namene RmV-a i specijalizovanih radionica, potrebno je da se specijalizovane grupe RMV-a i radionice prostorno postave tako da omoguće realizaciju zahteva prema tehnološki uslovljenom redosledu, kao i da omoguće realizaciju svakog zahteva pojedinačno, (Papić, 1995). Pri ovome, vodi se računa o dužini manipulativnih puteva i frekvenciji njihovog korišćenja. Rezultat ovoga je pogodan razmeštaj specijalizovanih grupa RMV-a i radionica sa definisanim tokovima transportnih sredstava za bilo koju moguću kombinaciju zahteva sa radnog naloga, (Papić, 1995).

U okviru rešavanja tokova vozila, rezervnih delova i materijala u pogonu određuje se: ko, gde, šta uzima; gde, kako i čime prenosi i sl. Definiše se krug primene pokretnih alata i opreme, (Papić, 1995). Određuju se nadležnosti radnika u pogledu korišćenja rezervnih delova i materijala.

Pored toga, definiše se broj smena i radno vreme svake smene za pojedine grupe RMV-a i specijalizovane radionice u okviru pogona za održavanje tokom nedeljnog ciklusa.

Za svaku struku radnika određuje se delokrug nadležnosti i spisak intervencija održavanja koje može sprovoditi.

Određuju se tokovi dokumenata u održavanju, odnosno: ko, šta, na osnovu čega otvara, popunjava i zatvara, u koliko primeraka i gde završava svaki primerak dokumenta.

Definisanjem tehnološkog postupka izvođenja PPI-a za konkretnog proizvođača i marku vozila dobija se raspored intervencija preventivnog održavanja u vremenu na RmV-ima, uz korišćenje tehnološki neophodne opreme. Osim toga, razrađuje se tehnologija realizacije intervencija održavanja na RmV-u po izvršiocima, odnosno: šta, radnik koje struke, na kom mestu, čime i u kom momentu radi. Prema (Papić, 1995), svaka izmena u neophodnoj opremi i uvođenje novog tipa transportnog sredstva, zahteva novo definisanje tehnološkog postupka.

2.7 Upravljanje resursima održavanja

Prema autoru (Marquez, 2007), upravljanje resursima održavanja predstavlja specifičnu tehniku za određivanje potrebnih resursa u održavanju, za planiranje njihovog najboljeg iskorišćenja i za kontrolu njihove upotrebe.

Ovu aktivnost u okviru upravljanja procesom održavanja voznih parkova na taktičkom nivou sprovode rukovodioci srednjeg menadžmenta prvenstveno u preduzećima koja poseduju sopstvene pogone za održavanje, unutar kojih postoje sopstveni resursi održavanja.

U osnovne resurse održavanja ubrajaju se:

- radnici u održavanju određenih struka i sa određenim veštinama;
- rezervni delovi i materijali.

Osnovni problem pri sprovođenju ove aktivnosti je kako za definisane ciljeve preduzeća i sistema održavanja, a prema definisanom budžetu održavanja, dobijenim informacijama tokom planiranja procesa održavanja i prema sprovedenim analizama o radu i održavanju voznih parkova, odrediti potreban broj radnika po strukama i potrebne zalihe rezervnih delova i materijala u sopstvenim pogonima za održavanje. U zavisnosti od navedenih faktora menjaju se i potrebni resursi održavanja tokom vremena.

Za rešavanje problema određivanja potrebnog broja radnika po strukama u održavanju, pokazano je da modeli teorije redova pružaju dobre rezultate, (Shenoy i Bhadury, 1998). Za istu svrhu korišćena je simulacija „Monte-Karlo”, (Baker, Manan i Husband, 1997), (Barnet i Blundell, 1981), kao i simulacija „Integralno dinamičko-stohastičkog modela“, (Papić, 1985), (Papić, 1987). Kod rešavanja problema određivanja potrebnih zaliha rezervnih delova i materijala kod raspoređenog održavanja najčešće je korišćena tehnika “Planiranje zahteva za materijalom / Planiranje zahteva za proizvodnjom” (MRP/MRP II), (Shenoy i Bhadury, 1998).

Za efikasno obavljanje ove aktivnosti, značajne informacije rukovodioci dobijaju prilikom planiranja posla održavanja. To su, pre svega, informacije o planiranom obimu radnika i o planiranim količinama rezervnih delova i materijala za sprovođenje planiranog posla održavanja, za određeni period posmatranja. Na osnovu navedenih informacija, između ostalog, rukovodioci u planiranim vremenskim periodima obezbeđuju potrebne resurse održavanja.

Prema, gore navedenom, može da se kaže da pri sprovođenju aktivnosti upravljanja resursima održavanja rukovodioci srednjeg menadžmenta imaju zadatak da:

- izrađuju raspored rada radnika u održavanju po smenama za određene vremenske periode (mesečni, nedeljni i sl.);
- izrađuju planove godišnjih odmora i drugih odsustva radnika u održavanju (obuke, putovanja zbog usavršavanja i sl.);
- predlažu najvišem menadžmentu zapošljavanje, premeštanje u druge pogone i otpuštanje radnika u održavanju;
- donose odluke o nabavljanju potrebnih rezervnih delova i materijala na osnovu baza podataka o stanju rezervnih delova i materijala u skladištima i na osnovu baza podataka u IS-u o postojećim proizvođačima i distributerima rezervnih delova i materijala na tržištu;
- uređuju i ažuriraju bazu podataka u IS-u o zaposlenim radnicima u održavanju;
- uređuju i ažuriraju baze podataka u IS-u o stanju rezervnih delova i materijala u skladištima.

2.8 Evidentiranje specijalizovanih servisa u okruženju

Pored upravljanja resursima održavanja u sopstvenim pogonima, rukovodioci srednjeg menadžmenta vode i evidenciju o specijalizovanim servisima „za treća lica“ u okruženju, koji su osposobljeni za obavljanje različitih intervencija održavanja.

Prema tipiziranosti specijalizovani servisi „za treća lica“ mogu se, prema istraživanjima (Duboka, 2008), podeliti na netipizirane servise koji opslužuju veliki broj proizvođača i tipova vozila i na tipizirane servise koji opslužuju samo određene proizvođače i tipove vozila. Pored toga, prema stepenu specijalizovanosti postoje univerzalni objekti koji pružaju više raznovrsnih usluga održavanja organizovanim ili individualnim korisnicima i specijalizovani objekti koji su obično manjeg kapaciteta, a funkcionalno se sastoje od jedne ili više specijalnosti, kao npr. perionica vozila, vulkanizerska radionica, dijagnostički centar ili stanica za tehnički pregled vozila, mehaničarska, električarska, limarsko-bravarska, farbarska radionica, zatim radionica za podešavanje geometrije točkova i ostale, (Duboka, 2008).

Prilikom evidentiranja specijalizovanih servisa „za treća lica“ u okruženju, rukovodioci u odgovarajuću bazu podataka u IS-u unose neke od osnovnih informacija: naziv i adresa servisa, kontakt telefoni, e-mail i sl.; kontakt osoba; spisak proizvođača vozila koje opslužuje specijalizovani servis; spisak grupa radova u održavanju za koje je osposobljen specijalizovani servis i sl.

Poznavanje navedenih informacija o specijalizovanim servisima u okruženju značajno je prilikom pojave sledećih slučajeva:

- vozila ispostavljaju zahteve za održavanjem, ali prema definisanoj organizaciji rada potrebne intervencije održavanja ne mogu se obaviti interno u sopstvenim pogonima, već eksterno u nekom od specijalizovanih servisa;
- vozila ispostavljaju zahteve za održavanjem, ali usled nedostatka raspoloživih sopstvenih resursa održavanja u planiranom periodu potrebne intervencije održavanja ne mogu se obaviti interno u sopstvenim pogonima, već eksterno;

- usled pojave kritičnog otkaza na vozilu za vreme obavljanja transportnog zadatka ispostavljeni su određeni zahtevi za održavanjem, ali zbog lokacije vozila u momentu nastajanja otkaza nije ekonomično da se potrebne intervencije održavanja obave interno u sopstvenim pogonima, već eksterno u nekom od specijalizovanih servisa „za treća lica“.

Na osnovu stečenog iskustva u prethodnom periodu i usvojenih kriterijuma (npr. ostvareni period vozila u stanju „nespremno za rad“ za obavljanje određenih intervencija održavanja, broj ponovljenih intervencija u određenom periodu posmatranja, cena obavljenog posla održavanja, broj nerealizovanih dogovoreni vremenskih termina u određenom periodu posmatranja i sl.), rukovodioci srednjeg menadžmenta definišu skup prioriternih specijalizovanih servisa „za treća lica“, koji su „pozitivni za preduzeće“ i doprinose ostvarivanju postavljenih ciljeva preduzeća i sistema održavanja. Rukovodioci tokom vremena mogu korigovati posmatrani skup prema usvojenim kriterijumima. Poznavanje skupa prioriternih specijalizovanih servisa „za treća lica“ od posebnog je značaja rukovodiocima srednjeg menadžmenta prilikom planiranja posla održavanja.

Pri sprovođenju aktivnosti evidentiranja specijalizovanih servisa u okruženju, rukovodioca srednjeg menadžmenta imaju zadatak da:

- uređuju i ažuriraju bazu podataka u IS-u o specijalizovanim servisima „za treća lica“ u okruženju;
- donose odluke prilikom definisanja skupa prioriternih specijalizovanih servisa „za treća lica“ za određeni period posmatranja.

2.9 Definisane procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem

U okviru taktičkog nivoa upravljanja rukovodioci srednjeg menadžmenta definišu i kontrolišu procedure po kojima će vozila ispostavljati zahteve za održavanjem (slika 2.3). Značajnu ulogu za definisanje procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem ima, između ostalog, usvojena koncepcija održavanja.

Prema autoru (Marquez, 2007), za definisanje procedura ispostavljanja zahteva i određivanja potrebnih intervencija održavanja tehničkih sistema, značajnu ulogu imaju: preporuke proizvođača o radu i održavanju; stečena iskustva korisnika; potrebne analize i procedure u cilju korigovanja preporuka proizvođača; upotreba određenih inženjerskih tehnika održavanja; zakonska i/ili ostala ograničenja, kao što je bezbednost pri radu, regulative u odnosu na zaštitu životne sredine i ostalo.

Promenom stanja vozila stvaraju se uslovi za pojavu zahteva za održavanjem. Zahtevi za održavanjem mogu biti ispostavljeni po povratku vozila sa rada u bazu preduzeća, odnosno nakon obavljenog transportnog zadatka ili po prinudnom prekidu rada vozila za vreme obavljanja transportnog zadatka, (Papić, 1995).

Kada vozilo u potpunosti obavi transportni zadatak i vrati se u bazu preduzeća, mogući načini ispostavljanja zahteva za održavanjem su:

- na osnovu kalendarskog broja dana ispostavlja se zahtev za obavljanje tehničkog pregleda (TP);
- na osnovu kalendarskog broja dana i/ili broja dana, odnosno časova rada vozila i/ili stanja odometar sata (pređeni put) vozila ispostavlja se zahtev za obavljanje preventivnih intervencija održavanja preporučenih od strane proizvođača vozila, u okviru PPI-a;
- na osnovu signala sa senzora za praćenje stanja pojedinih agregata, sklopova i elemenata u vozilu ispostavlja se zahtev za obavljanje dijagnostičkih radova, kojim se utvrđuju potrebne intervencije održavanja;
- na osnovu dokumentovane izjave vozača usled neispravnosti na vozilu ispostavlja se zahtev za obavljanje radova defektaže i neophodnih dijagnostičkih radova, kojim se utvrđuju potrebne intervencije održavanja;
- na osnovu dokumentovane izjave radnika u održavanju tokom obavljanja kontrolnog pregleda vozila, koji nije u okviru PPI-a, usled manjih neispravnosti na vozilu, ispostavlja se zahtev za obavljanje radova defektaže i neophodnih dijagnostičkih radova kojim se utvrđuju potrebne intervencije održavanja;
- na osnovu sopstvenog iskustva korisnika voznog parka (uslovi eksploatacije, starosna struktura i tehničko stanje voznog parka i sl.), uz pomoć određenih

pristupa održavanju (RCM, TPM i sl.), ispostavljaju se zahtevi za obavljanje dodatnih intervencija održavanja koji nisu u okviru PPI-a;

- na osnovu kalendarskog broja dana i/ili broja dana, odnosno časova rada vozila i/ili stanja odometar sata (pređeni put) vozila i/ili na osnovu izjave radnika u održavanju i/ili na osnovu sopstvenog iskustva i/ili na osnovu utvrđenog nekog drugog kriterijuma, a nakon sprovedene tehničko - ekonomske analize o radu i održavanju vozila, ispostavlja se zahtev za obavljanje generalne opravke motora vozila ili rashodovanja, odnosno otpisa vozila.

Kada na vozilu, tokom realizacije transportnog zadatka, dođe do pojave kritičnog otkaza agregata, sklopa ili elementa na vozilu koji utiče na prekid funkcionisanja vozila, odnosno na prekid obavljanja transportnog zadatka, što je uzrokovano promenom stanja vozila ili havarijom pri saobraćajnom udesu, mogući načini ispostavljanja zahteva za održavanjem su:

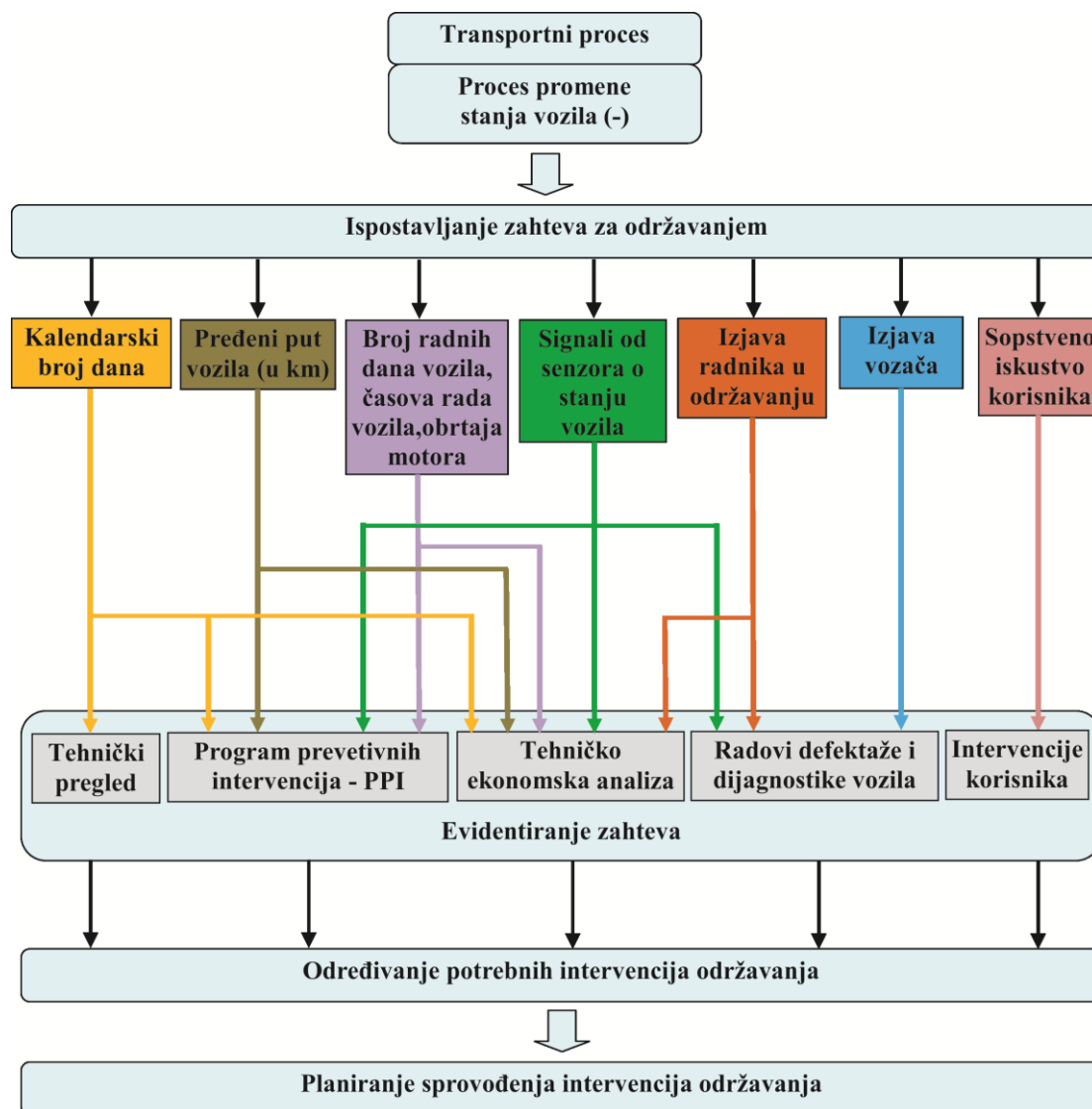
- na osnovu dokumentovane izjave vozača usled kritičnog otkaza ispostavlja se zahtev za obavljanje radova defektaže i neophodnih dijagnostičkih radova kojim se utvrđuju potrebne korektivne intervencije održavanja;
- na osnovu signala sa senzora za praćenje stanja pojedinih agregata, sklopova i elemenata u vozilu ispostavlja se zahtev za obavljanje dijagnostičkih radova kojim se utvrđuju potrebne intervencije održavanja.

Ispostavljene zahteve za održavanjem slično prikazuje i autor u literaturi, (Papić, 1995).

Kako razmatrana preduzeća poseduju vozne parkove koji su najčešće heterogeni po vrsti, proizvođačima i tipovima, kao i po starosnoj strukturi i tehničkom stanju vozila, rukovodioci srednjeg menadžmenta definišu unutar svake KE grupe procedure po kojima će vozila ispostavljati zahteve za održavanjem.

Tako npr. procedure ispostavljanja zahteva za održavanjem na osnovu sopstvenog iskustva korisnika voznog parka mogu da se odnose samo na vozila koja pripadaju starijoj starosnoj strukturi. Procedure ispostavljanja zahteva na osnovu senzora za praćenje stanja agregata, sklopova i elemenata u vozilu odnosi se isključivo na vozila

koja su opremljena razvijenim dijagnostičkim sistemima i sensorima za praćenje stanja. Procedure ispostavljanja zahteva za održavanjem na osnovu kontrolnog pregleda vozila, koji nije u okviru PPI-a, mogu da se odnose samo na određene KE grupe vozila.



Slika 2.3: Šematski prikaz procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem

Na osnovu formiranih procedura za ispostavljanje zahteva za održavanjem unutar svake KE grupe, poznavanjem OPR-a po kome radi vozni park i na osnovu analiza o obavljanom radu i održavanju voznog parka, rukovodioci mogu da okvirno predvide potreban obim rada (u radnik-časovima) u održavanju, u posmatranom periodu. Ovo je posebno značajno pri planiranju potrebnih kapaciteta i neophodnih resursa održavanja.

2.10 Sprovedenje analiza

Na osnovu dnevnih izveštaja o radu i održavanju voznog parka i korišćenjem baza podataka u IS-u, rukovodioci srednjeg menadžmenta sprovode analize i istraživanja sa ciljem efikasnijeg upravljanja procesom održavanja vozni parkova.

Neke od analiza koje se sprovode u okviru ove aktivnosti na taktičkom nivo upravljanja mogu se podeliti na:

- I. Analize o ispostavljenim zahtevima za održavanjem u posmatranom vremenskom periodu:
 - analiza ukupnog broja ispostavljenih zahteva;
 - analiza strukture ispostavljenih zahteva za održavanjem;
 - analiza učešća planiranih i neplaniranih zahteva, u odnosu na ukupan broj ispostavljenih zahteva za održavanjem;
 - analiza učešća ispostavljenih zahteva na osnovu kojih su sprovedene intervencije održavanja, u odnosu na ukupan broj ispostavljenih zahteva.
- II. Analize o pripremi za realizaciju posla održavanja u posmatranom vremenskom periodu:
 - analiza učešća planiranog posla održavanja u sopstvenim pogonima i u specijalizovanim servisima „za treća lica“, u ukupnom planiranom poslu održavanja;
 - analiza učešća planiranog posla održavanja po specijalizovanim servisima u ukupnom planiranom poslu održavanja u specijalizovanim servisima.
- III. Analize o realizaciji posla održavanja u posmatranom vremenskom periodu:
 - analiza ukupnog realizovanog obima rada u održavanju;
 - analiza stepena realizacije planiranog posla održavanja;
 - analiza učešća planiranog održavanja u ukupnom poslu održavanja;
 - analiza učešća realizovanog obima radova na preventivnom i na korektivnom održavanju u ukupnom obimu radova;
 - analiza učešća realizovanog obima radova u sopstvenim pogonima i u specijalizovanim servisima „za treća lica“ u ukupnom obimu radova;
 - analiza vremenske iskorišćenosti radnika u sopstvenim pogonima održavanja;

- analiza vremenske iskorišćenosti RmV-a u sopstvenim pogonima;
- analiza učešća troškova održavanja u ukupnim troškovima preduzeća;
- analiza troškova održavanja u sopstvenim pogonima i u specijalizovanim servisima „za treća lica“.

IV. Analize o radu voznog parka u posmatranom periodu:

- analiza realizacije zadatog OPR-a;
- analiza obavljenog transportnog rada;
- analiza iskorišćenja tovarnog prostora vozila;
- analiza srednjeg broja pređenih kilometra vozila do otkaza;
- analiza perioda vozila u stanju „nespremno za rad“;
- analiza tehničke ispravnosti voznog parka;
- analiza učešća vozila u saobraćajnim udesima u odnosu na vozni park i ostale.

Često je potrebno sprovesti više različitih analiza istovremeno kako bi rukovodioci imali smernice za preduzimanje određenih upravljačkih mera. Rezultate sprovedenih analiza rukovodioci arhiviraju u bazu podataka u IS-u. Na osnovu rezultata sprovedenih analiza, oni donose odluke o primeni određenih mera za poboljšanje procesa održavanja.

2.11 Kontrola troškova u održavanju

U okviru taktičnog nivoa upravljanja održavanjem rukovodioci srednjeg menadžmenta imaju zadatak da prema planiranom budžetu održavanja kontrolišu ostvarene troškove i donose odluke o primeni mera sa ciljem smanjenja neplaniranih troškova u održavanju. Vrednost ostvarenih troškova u održavanju u velikoj meri zavisi od postavljenih ciljeva preduzeća i sistema održavanja, od definisanih osnovnih sredstava u preduzeću, kao i od definisane organizacije rada i upravljanja resursima u održavanju. Na osnovu sprovedenih analiza i izveštaja o radu i održavanju voznog parka, kao i na osnovu određenih aspekata okruženja (ekonomska stabilnost, ponuda i potražnja transportnih zahteva, vrednost bruto društvenog proizvoda i sl.) rukovodioci donose odluke u cilju smanjenja neplaniranih troškova u održavanju.

Troškovi održavanja voznih parkova mogu da obuhvataju:

- troškove ličnih dohodaka radne snage koja sprovodi posao održavanja u sopstvenim pogonima;
- troškove realizacije usluga održavanja od strane specijalizovanih servisa „za treća lica“;
- troškove nabavke rezervnih delova, materijala i alata za sprovođenje posla održavanja u sopstvenim pogonima;
- troškove upotrebljene energije za pokretanje uređaja i opreme u sopstvenim pogonima za održavanje;
- troškove održavanja sopstvenih pogona, uređaja i opreme;
- troškove rashodovanja postojećih pogona, uređaja i opreme, kao i recikliranja starih rezervnih delova i materijala sa vozila.

Na osnovu izveštaja i sprovedenih analiza o radu i održavanju voznih parkova, rukovodioci srednjeg menadžmenta ažuriraju vrednosti ostvarenih troškova održavanja u bazi podataka u IS-u. To je od posebnog značaja za eventualno korigovanje vrednosti postojećeg budžeta, kao i za planiranje budućeg budžeta u održavanju.

2.12 Evidentiranje ispostavljenih zahteva i određivanje potrebnih intervencija održavanja vozila

U okviru operativnog nivoa upravljanja procesom održavanja, rukovodioci srednjeg menadžmenta svakodnevno u „on-line“ vremenu evidentiraju ispostavljene zahteve vozila za održavanjem prema definisanim procedurama (slika 2.3). Pri evidentiranju svakog pojedinačnog zahteva vozila za održavanjem, rukovodioci definišu potrebne intervencije održavanja, čije sprovođenje je predmet planiranja.

Po povratku vozila u bazu preduzeća sa obavljenog transportnog zadatka rukovodioci evidentiraju zahtev za obavljanje intervencija tehničkog pregleda (TP) ako se trenutni kalendarski datum „približi“ datumu narednog TP-a za konkretno vozilo, iz baze podataka u IS-u. Često je predviđen tolerantni vremenski period do datuma za sprovođenje intervencija TP-a, što je pogodno sa aspekta planiranja. Nakon sprovođenja

intervencija TP-a na konkretnom vozilu, rukovodioci ažuriraju datum narednog TP-a u bazi podataka u IS-u.

Po povratku vozila u bazu preduzeća rukovodioci evidentiraju zahtev za obavljanje intervencija iz okvira PPI-a ako se podatak o trenutnom stanju odometar sata konkretnog vozila iz dokumenta „Putni nalog“ (PN) „približi“ potrebnom stanju odometar sata za obavljanje intervencija iz PPI-a na posmatranom vozilu, iz baze podataka u IS-u. Moguće je definisanje tolerantnog područja u odnosu na potrebno stanje odometar sata za obavljanje intervencija iz PPI-a, što je pogodno sa aspekta planiranja. Pored toga, kao kriterijum za evidentiranje zahteva za obavljanje intervencija iz PPI-a može poslužiti protekli broj kalendarskih dana, broj radnih dana vozila, broj časova rada vozila, broj obrtaja motora i sl. Nakon sprovedenih intervencija iz PPI-a na konkretnom vozilu, rukovodioci ažuriraju podatak o potrebnom stanju odometar sata i/ili o potrebnom terminu za naredno obavljanje intervencija iz PPI-a za posmatrano vozilo, u bazi podataka u IS-u.

Po povratku vozila u bazu preduzeća rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje dijagnostičkih radova na osnovu signala od senzora za praćenje stanja pojedinih agregata, sklopova i elemenata u vozilu. Pri tome, izdvajaju se dva karakteristična slučaja: 1) tokom obavljanja transportnog zadatka vozač vizuelno uočava indikaciju na instrumentalnoj tabli vozila o potrebi obavljanja dijagnostičkih radova i o tome obaveštava rukovodioce srednjeg menadžmenta u pisanoj formi (npr. u dokumentu „Prijava neispravnosti“); 2) tokom sprovođenja određenih intervencija održavanja radnici u održavanju primećuju indikaciju na instrumentalnoj tabli vozila ili korišćenjem dijagnostičkog uređaja uočavaju potrebu obavljanja dodatnih dijagnostičkih radova i o tome obaveštavaju rukovodioce srednjeg menadžmenta u pisanom obliku. Na osnovu obavljanja dijagnostičkih radova radnici u održavanju definišu potrebne intervencije održavanja (npr. u dokumentu „Radni nalog“ -RN). Na osnovu dokumentovanih izjava radnika u održavanju, rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje definisanih intervencija održavanja i planiraju njihovu realizaciju.

Tokom obavljanja transportnog zadatka vozač primećuje promene u ponašanju vozila na osnovu vibracija, buke, načina sagorevanja pogonskog goriva, vučno-brzinskih

karakteristika motora i sl. Ove promene mogu biti uzrokovane pojavom neispravnosti na vozilu koje ne utiču na trenutni prekid funkcionisanja vozila. Vozač beleži promene u ponašanju vozila u pisanoj formi (npr. u dokumentu „Prijava neispravnosti“). Po povratku vozila u bazu preduzeća, na osnovu dokumentovane izjave vozača, rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje defektažnih i neophodnih dijagnostičkih radova. Na osnovu obavljanja ovih radova radnici u održavanju definišu eventualne potrebne intervencije održavanja (npr. u dokumentu RN). Na osnovu dokumentovanih izjava radnika u održavanju, rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje definisanih intervencija održavanja i planiraju njihovu realizaciju.

Po povratku vozila u bazu preduzeća vozač na osnovu vizuelne kontrole prilikom primopredaje vozila primećuje neispravnosti na vozilu, što dokumentuje u pisanoj izjavi (npr. u dokumentu „Prijava neispravnosti“). Na osnovu dokumentovane izjave vozača, rukovodioci, najčešće bez defektažnih radova, evidentiraju zahtev za obavljanje potrebnih intervencija održavanja i planiraju njihovu realizaciju.

Tokom periodičnog obavljanja kontrolnog pregleda vozila, koji nije u okviru PPI-a, radnici u održavanju usled primećenih neispravnosti na vozilu ispostavljaju zahteve za obavljanje defektažnih i dijagnostičkih radova, u pisanoj formi. Nakon sprovođenja defektažnih i dijagnostičkih radova radnici održavanja definišu potrebne intervencije (npr. u dokumentu RN). Na osnovu dokumentovanih izjava radnika održavanja, rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje definisanih intervencija održavanja i planiraju njihovu realizaciju.

Usled specifičnih uslova eksploatacije, starosne strukture voznog parka ili tehničkog stanja određenih KE grupa vozila, rukovodioci mogu na osnovu sopstvenog iskustva da za pojedine KE grupe vozila evidentiraju zahteve za obavljanje određenih intervencija održavanja koji nisu u okviru PPI-a i da planiraju njihovu realizaciju. Nakon sprovođenja ovih dodatnih intervencija na konkretnom vozilu rukovodioci ažuriraju potrebno stanje odometar sata i/ili vremenski termin za naredno sprovođenje posmatranih intervencija na posmatranom vozilu, u bazi podataka u IS-u.

Na osnovu kalendarskog broja dana i/ili broja radnih dana, odnosno časova rada vozila i/ili stanja odometar sata vozila, na osnovu izjave radnika u održavanju i/ili na osnovu sopstvenog iskustva, rukovodioci srednjeg menadžmenta nakon sprovedene tehničko - ekonomske analize o radu i održavanju vozila i/ili na osnovu utvrđenog nekog drugog kriterijuma evidentiraju zahtev za obavljanje generalne opravke motora vozila ili evidentiraju zahtev za otpisom, odnosno rashodovanjem vozila. Ovi zahtevi se upućuje rukovodiocima najvišeg menadžmenta na odobravanje. Ukoliko je odobren zahtev za obavljanje intervencija generalne opravke na određenom vozilu rukovodioci planiraju njihovu realizaciju.

Tokom obavljanja transportnog zadatka može doći do pojave kritičnog otkaza na vozilu koji utiče na prekid funkcionisanja vozila, što je uzrokovano promenom tehničkog stanja vozila ili havarijom pri saobraćajnom udesu. Na osnovu dokumentovane izjave vozača (npr. u dokumentu „Prijava neispravnosti“) i kontaktiranjem baze preduzeća ispostavlja se zahtev za obavljanje defektažnih i dijagnostičkih radova koji mogu da se obave na licu mesta ili u bazi preduzeća, pošto se vozilo prethodno „preveze“ do baze. Na osnovu obavljenih defektažnih i dijagnostičkih radova radnici u održavanju definišu potrebne intervencije održavanja u pisanoj formi (npr. u dokumentu RN). Na osnovu dokumentovanih izjava radnika u održavanju, rukovodioci evidentiraju zahteve za obavljanje definisanih intervencija održavanja i dalje planiraju njihovu realizaciju.

Ukoliko je došlo do pojave kritičnog otkaza na vozilu usled saobraćajnog udesa, na osnovu dokumentovanih izjava radnika u održavanju o potrebnim intervencijama održavanja, rukovodioci mogu nakon sprovedene tehničko - ekonomske analize o radu i održavanju vozila i/ili na osnovu utvrđenog nekog drugog kriterijuma evidentirati zahtev za obavljanje generalne opravke motora vozila ili zahtev za otpisom, odnosno rashodovanjem vozila. Ovi zahtevi se upućuju rukovodiocima najvišeg menadžmenta na odobravanje. Ukoliko je odobren zahtev za obavljanje intervencija generalne opravke, rukovodioci planiraju njihovu realizaciju.

2.13 Planiranje posla održavanja

Planiranje posla održavanja predstavlja aktivnost u okviru operativnog nivoa upravljanja koju sprovode rukovodioci srednjeg menadžmenta u „on-line“ vremenu. Po evidentiranju ispostavljenih zahteva i određivanju potrebnih intervencija održavanja, koje treba da se sprovedu na vozilima, rukovodioci srednjeg menadžmenta imaju zadatak da isplaniraju i pripreme sve neophodne preduslove za sprovođenje definisanih intervencija.

Prema izvoru (BS3811, 1984), planiranje posla održavanja je aktivnost koja unapred određuje poslove, metode, materijale, alate, opremu, radnu snagu, potrebno vreme i rokove za izvršenje postupaka održavanja.

Planiranje i određivanje nadležnosti posla održavanja predstavlja najznačajniju aktivnost upravljanja procesom održavanja, (Johnson, 2002). Prema autoru (Dhillon, 2002), planiranje posla održavanja je nezaobilazna aktivnost upravljanja procesom održavanja. Nekoliko značajnih poslova u okviru ove aktivnosti su npr. nabavka, koordinacija i isporuka rezervnih delova, alata i materijala, određivanje kontrole održavanja, koordinacija sa ostalim odeljenjima, obezbeđivanje zahteva bezbednosti i sl.

Planiranje posla održavanja obuhvata planiranje vremenskih perioda u kojima treba da se sprovedu intervencije preventivnog održavanja i ostale planirane intervencije održavanja, planiranje potrebne radne snage u održavanju i planiranje potrebnih količina rezervnih delova i materijala, kao i vremenskih momenata kada treba da se nabave, (Ashayeri, Teelen i Selen, 1996).

Značaj sprovođenja adekvatnog planiranja posla održavanja je, prema istraživanjima (Gits, 1994), u sledećem: doprinosi smanjenju broja iznenadnih otkaza, što povoljno utiče na ekonomičnost posla u održavanju; doprinosi smanjenju broja poremećaja u održavanju, što je posebno važno kod produkcionih sistema, kao što je „just in time“ sistem, gde svaki poremećaj u održavanju utiče na povećanje troškova proizvodnje; utiče na smanjenje broja izgubljenih klijenata usled isporučivanja proizvoda na vreme; kroz sprovođenje preventivnih intervencija utiče na smanjenje troškova opravki i

zadržava performanse tehničkog sistema u projektovanim granicama; kroz upotrebu plana održavanja doprinosi smanjenju troškova električne energije, gasa i vode u pogonima za održavanje; obezbeđuje postojanje rezervnih delova i materijala u potrebnim vremenskim momentima.

Aktivnost planiranja posla održavanja odnosi se na pripremanje posla koji treba da se izvrši u budućem vremenskom periodu, (Mobley, Higgins i Wikoff, 2008). Prema ovim autorima, rukovodioci u okviru posmatrane aktivnosti imaju zadatak da: ostvare pravovremeni kontakt sa specijalizovanim servisima „za treća lica“ za intervencije održavanja koje nisu hitne; planiraju i predviđaju posao u održavanju; uposle sve radnike svakog dana, čitavo radno vreme; izrađuju plan prema prioritetima posla; planiraju raspoloživost radnika, rezervnih delova i opreme, u okviru pripremnih poslova održavanja; omoguće izvršenje poslova održavanja sa najnižim prioritetima; ažuriraju zapise, dobijene pokazatelje i dijagrame o izvršenom poslu održavanja; izrađuju izveštaje o planiranom i ostvarenom poslu održavanja.

Prema gore navedenom, pri sprovođenju aktivnosti planiranja posla održavanja voznih parkova rukovodioci srednjeg menadžmenta imaju zadatak da:

- donose odluke o planiranim mestima (interno u sopstvenim pogonima ili eksterno u specijalizovanim servisima „za treća lica“) gde će se izvršiti definisane intervencije održavanja;
- donose odluke o planiranim vremenskim periodima (planirani vremenski momenti početka i završetka) u kojima će se izvršiti definisane intervencije održavanja;
- planiraju potreban obim radnika određenih struka za sprovođenje definisanih intervencija održavanja u planiranim vremenskim periodima u sopstvenim pogonima za održavanje;
- planiraju potrebnu količinu rezervnih delova i materijala za sprovođenje definisanih intervencija održavanja u planiranim vremenskim periodima u sopstvenim pogonima za održavanje;
- popunjavaju i ažuriraju dokument „Plan održavanja“ (PO);

- kontrolišu realizaciju dokumenta PO u odnosu na planirana mesta i vremenske periode za sprovođenje definisanih intervencija održavanja, kao i u odnosu na planirane radnike, rezervne delove i materijale;
- donose odluke o primeni različitih mera sa ciljem izbegavanja ili smanjenja nastajanja poremećaja u toku vremenskog perioda od momenta definisanja potrebnih intervencija održavanja, pa sve do momenta njihovog sprovođenja.

Na osnovu navedenog, može da se kaže da rukovodioci srednjeg menadžmenta pri planiranju posla održavanja treba da na takav način isplaniraju mesta i vremenske periode za obavljanje definisanih intervencija održavanja, kako bi što racionalnije izbalansirali potreban obim rada u održavanju sa sopstvenim kapacitetima i resursima održavanja, kao i sa kapacitetima specijalizovanih servisa „za treća lica“ u cilju što bolje realizacije OPR-a, za posmatrani vremenski period.

U slučaju kada se određene intervencije održavanja prema organizaciji rada ili prema nekom drugom kriterijumu ne sprovode u sopstvenim pogonima, rukovodioci srednjeg menadžmenta obavljaju kontakte sa predstavnicima specijalizovanih servisa „za treća lica“ i sa njima dogovaraju planirane termine za sprovođenje posmatranih intervencija, kao i eventualnih dodatnih intervencija održavanja i to unose u PO.

Za efikasno sprovođenje aktivnosti planiranja posla održavanja neophodno je da rukovodioci imaju uvid iz baza podataka IS-a u:

- podatke o osnovnim sredstvima (vozila, ostala transportna sredstva, sopstveni pogoni, oprema);
- podatke o radu voznog parka (momenti započinjanja transportnih zadataka, rute, količine terete, broj istovara i utovara, planirani momenti realizacije transportnih zadataka itd.);
- podatke o održavanju osnovnih sredstava (preporuke proizvođača vozila i opreme, sopstvena iskustva korisnika voznog parka, zakonska ograničenja, uslovi garantnog perioda itd.);

- podatke o resursima (radnici u održavanju, rezervni delovi i materijali) i kapacitetima (broj i struktura RmV-a i radionica) sopstvenih pogona za održavanje;
- podatke o specijalizovanim servisima u okruženju (lokacija, kapaciteti, intervencije koje obavljaju, cene usluga, prethodna iskustva i sl.);
- obavljene analize o održavanju voznog parka;
- podatke o troškovima u održavanju;
- podatke o obavljenim intervencijama održavanja, prema zahtevima „Plana održavanja“ (PO);
- podatke o tekućim planiranim intervencijama održavanja, prema zahtevima PO-a;
- podatke o tekućoj realizaciji raspoređenih intervencija održavanja pomoću dokumenta „Operativni program održavanja“ (OPO).

Prema autoru (Marquez, 2007), rezultat sprovođenja aktivnosti planiranja posla održavanja je pripremljen, odnosno izrađen „Plan održavanja“ (PO). To je dokument (slika 2.4), koji predstavlja osnovni alat pri upravljanju procesom održavanja voznih parkova, (Momčilović, Papić i Vujanović, 2007). Prema (BS3811, 1984), PO predstavlja plan baziran na vremenu sa definisanim intervencijama održavanja koje treba da se sprovedu u određenim planiranim vremenskim periodima. PO se sastoji od strukturnog skupa koji uključuje aktivnosti, procedure, resurse i vreme potrebno da se realizuje posao održavanja, (EN13306:2001, 2001). Pripremljen PO definiše posao koji se treba izvršiti, određuje šta je potrebno za izvršenje posla i koji sopstveni pogoni ili specijalizovani servisi će obaviti posao, (Johnson, 2002).

Rukovodioci srednjeg menadžmenta popunjavaju PO u vremenskom kontinuitetu, kako evidentiraju ispostavljene zahteve za održavanjem. Posebna osobina PO-a je njegova prilagodljivost zahtevima OPR-a i kapacitetima i resursima sopstvenih pogona za održavanje, uz uvažavanje zahteva okruženja. Za svaki evidentirani zahtev vozila za održavanjem, PO sadrži sledeće podatke:

- inventarski broj vozila;
- naziv intervencija održavanja koje treba da se obave na vozilu;

- mesto obavljanja intervencija održavanja (sopstveni pogoni ili specijalizovani servisi);
- planirani broj radnika odgovarajućih struka, koji treba da obave intervencije održavanja u sopstvenim pogonima;
- naziv i potrebne količine rezervnih delova i materijala, koji su potrebni za obavljanje intervencija održavanja u sopstvenim pogonima;
- planirani i ostvareni datum i vreme isključenja vozila iz eksploatacije;
- stanje odometar sata o pređenom putu vozila;
- planirani i ostvareni datum i vreme početka obavljanja intervencija održavanja;
- planirani i ostvareni datum i vreme završetka obavljanja intervencija održavanja;
- planirani i ostvareni datum i vreme uključenja vozila u eksploataciju.

Kao što je prikazano sa primerima na slici 2.4, planirano je da se intervencije održavanja na vozilima sa identifikacionim oznakama „V10“, „V44“ i „V36“ obave eksterno u specijalizovanim servisima „Y“, „X“ i „Z“. Intervencija održavanja na vozilima „V67“, „V34“, „V28“, „V19“ i „V11“ su planirane da se obave u sopstvenom pogonu. Kako su planirane intervencije održavanja na vozilima „V10“, „V67“ i „V28“ već obavljene i pošto su vozila ponovno vraćena u sektor eksploatacije, popunjena su polja o datumu i vremenu završetka intervencija održavanja i vraćanja vozila u eksploataciju. Poslednji prazan red u dokumentu, označava da spisak vozila nije konačan i da se PO popunjava sa novim vozilima, kako se evidentiraju novi ispostavljeni zahtevi za održavanjem. Kada se za određeni zahtev za održavanjem popune polja u dokumentu PO predviđena za vremenski moment ponovnog uključenja vozila u sektor eksploatacije, isti zahtev prestaje da bude aktivan sa aspekta planiranja i smatra se realizovanim.

Rukovodioci srednjeg menadžmenta unose po svakom vozilu u ovaj plan definisane intervencije održavanja, koje su određene prema definisanim procedurama za ispostavljanje i evidentiranje zahteva za održavanjem.

Na osnovu definisane organizacije i koncepcije u sopstvenim pogonima održavanja, pri planiranju budućih preventivnih intervencija u posmatranom periodu može da se odredi potreban broj radnika odgovarajućih struka, kao i potrebna količina rezervnih delova i

materijala. Kod planiranja korektivnih intervencija u sopstvenim pogonima održavanja, planiranje potrebnog broja i struka radnika, kao i potrebnih količina rezervnih delova i materijala zavisi od konkretnog slučaja.

Informacije iz dokumenta PO o planiranom obimu radnika odgovarajućih struka i planiranim količinama rezervnih delova i materijala u posmatranom periodu značajne su za sprovođenje aktivnosti upravljanja sopstvenim resursima održavanja.

Kod intervencija održavanja koje treba da se obave u specijalizovanim servisima „za treća lica“ ne popunjavaju se predviđena polja u dokumentu PO o potrebnoj struci i broju radnika i potrebnim količinama rezervnih delova i materijala.

PLAN ODRŽAVANJA													
Identifikacioni broj vozila	Mesto održavanja	Planirano / ostvareno isključenje iz eksploatacije		Stanje odometar sata (u km)	Planiran / ostvaren početak obavljanja intervencija		Naziv intervencija održavanja	Plan radnika	Plan rezervnih delova i materijal.	Planiran / ostvaren kraj obavljanja intervencija		Planirano / ostvareno uključivanje u eksploataciju	
		Datum	Vreme		Datum	Vreme				Datum	Vreme	Datum	Vreme
V10	Preduzeće Y	16.03.12.	10.30	245 664	16.03.12.	12.00	Opravka brizgaljki	-	-	16.03.12.	15.00	16.03.12.	16.30
		16.03.12.	10.30		16.03.12.	12.30				16.03.12.	16.00	16.03.12.	17.30
V67	Sopstveni pogon	16.03.12.	14.00	134 889	16.03.12.	14.30	Servis klima uređaja	1M	Freon gas	16.03.12.	16.00	16.03.12.	16.15
		16.03.12.	14.00		16.03.12.	14.30				16.03.12.	16.00	16.03.12.	16.15
V34	Sopstveni pogon	17.03.12.	14.30	60 554	17.03.12.	15.00	PPI-veliki servis	2M	Mot.ulje, filteri,kaiš	17.03.12.	19.00	17.03.12.	19.30
V28	Sopstveni pogon	17.03.12.	07.00	167 751	17.03.12.	07.00	Kontrolni pregled	1M	-	17.03.12.	08.30	17.03.12.	08.45
		17.03.12.	07.00		17.03.12.	07.00				17.03.12.	08.30	17.03.12.	08.45
V19	Sopstveni pogon	17.03.12.	08.45	210 233	17.03.12.	09.00	Dijagnostika motora	2M,1E	-	17.03.12.	12.30	17.03.12.	12.45
		17.03.12.	08.45		17.03.12.	09.00				17.03.12.	12.30	17.03.12.	12.45
V11	Sopstveni pogon	17.03.12.	14.45	230 334	17.03.12.	15.00	Zamena pumpe za rashladnu tečnost	2M	Pumpa za rash. teč.	17.03.12.	19.00	17.03.12.	19.00
		17.03.12.			17.03.12.					17.03.12.		17.03.12.	
V44	Preduzeće X	18.03.12.	13.30	145 355	18.03.12.	14.30	Tehnički pregled	-	-	18.03.12.	15.15	18.03.12.	16.15
V36	Preduzeće Z	17.03.12.	07.00	334 067	17.03.12.	08.30	Priprema i farbanje karoserije	-	-	20.03.12.	09.00	20.03.12.	10.30
		17.03.12.	07.00		17.03.12.	08.30				17.03.12.		17.03.12.	
...

Slika 2.4: Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Plan održavanja“

Rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta, koji preko dokumenta „Operativni program održavanja“ (OPO) kontrolišu realizaciju raspoređenih intervencija održavanja u sopstvenim pogonima, prosleđuju informacije rukovodiocima srednjeg menadžmenta o obavljenim intervencijama održavanja putem IS-a. Rukovodioci srednjeg menadžmenta evidentiraju ove informacije u predviđenim poljima dokumenta PO i na osnovu toga, između ostalog, planiraju nadolazeći posao održavanja.

Na osnovu podataka iz dokumenta PO, za određeni period posmatranja mogu se po svakom vozilu dobiti neke od sledećih informacija:

- vremenski period vozila u stanju „nespremno za rad“;
- vremenski period tokom kojeg su vršene intervencije održavanja na vozilu;
- broj obavljenih intervencija održavanja;
- naziv intervencija održavanja koje su ponovljene;
- broj kritičnih otkaza agregata, sklopova i elemenata kod kojih je dovedeno u pitanje funkcionisanje vozila;
- broj neispravnosti agregata, sklopova i elemenata kod kojih nije dovedeno u pitanje funkcionisanje vozila;
- pređeni put vozila između dva evidentirana zahteva za održavanjem;
- broj obavljenih preventivnih intervencija održavanja;
- broj obavljenih korektivnih intervencija održavanja;
- broj obavljenih korektivnih intervencija održavanja usled saobraćajnog udesa;
- broj obavljenih intervencija TP-a;
- broj obavljenih intervencija održavanja usled tehničke neispravnosti na liniji TP;
- broj obavljenih zahteva prema planiranim vremenskim momentima iz PO-a;
- ukupan broj obavljenih zahteva i ostale.

Na osnovu navedenih informacija dobijenih iz PO-a, mogu se za određeni period posmatranja izračunati pokazatelji, kao što su: „Srednje vreme do otkaza“, „Srednje vreme za opravku“, „Srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“, „Procenat realizacije PO-a“, „Procenat planiranog održavanja“, „Procenat tehničke ispravnosti voznog parka“ i ostali. Ostvarena vrednost navedenih pokazatelja u posmatranom periodu može poslužiti rukovodiocima za donošenje odluka o primeni mera za poboljšanje procesa održavanja, kao npr. da se promene procedure za ispostavljanje zahteva za održavanjem, da se koriguje PPI za određena vozila, da se poboljša strategija održavanja, da se određene intervencije održavanja ubuduće obavljaju u sopstvenim pogonima, a ne u specijalizovanim servisima „za treća lica“ i sl.

Za ocenjivanje efikasnosti rukovodioca pri upravljanju procesom održavanja mogu da posluže navedeni pokazatelji, kao i pokazatelj „Koeficijent iskorišćenja perioda vozila u

stanju „nespremno za rad“ (INSR), koji za određeni period posmatranja predstavlja odnos vremenskog perioda vozila tokom sprovođenja potrebnih intervencija održavanja i vremenskog perioda vozila u stanju „nespremno za rad“.

Unošenje podataka u dokument PO od strane rukovodioca srednjeg nivoa menadžmenta rezultat je:

- preporuke proizvođača vozila u pogledu usvojene koncepcije održavanja konkretnog vozila (PPI, savremeni informacioni sistem za upravljanje održavanjem ugrađen na vozilu: senzori stanja, memorisana iskustva i razvijeni softver);
- ekstrapolacije uslova eksploatacije i intenziteta korišćenja vozila;
- ekstrapolacije promene stanja na homogenom skupu vozila;
- poznavanja mesta i tehnologije održavanja (način dolaska vozila, vreme čekanja, trajanje intervencija i sl.);
- prethodnog iskustva korisnika voznog parka o specijalizovanom servisu „za treća lica“ u odnosu na usvojene kriterijume (broj ponovljenih intervencija održavanja, poštovanje dogovorenih vremenskih termina, spremnost servisa da period vozila u stanju „nespremno za rad“ svede na minimum, cena obavljenih intervencija održavanja, itd.);
- koordinacije sa OPR-om, gde dispečer u eksploataciji određuje konkretna raspoloživa vozila za konkretne transportne zadatke;
- koordinacije sa dokumentom OPO, gde rukovodioci najnižeg menadžmenta u održavanju raspoređuju konkretna vozila na RmV-ove u sopstvenom pogonu.

U tom smislu, može da se kaže da „Plan održavanja“ predstavlja dokument koji nije samo od velike koristi prilikom operativnog upravljanja procesom održavanja, već predstavlja i značajnu podršku za donošenje odluka na strateškom i taktičkom nivou upravljanja procesom održavanja.

2.14 Raspoređivanje posla održavanja po pogonima

Raspoređivanje posla održavanja je aktivnost operativnog upravljanja koju sprovode rukovodioci najnižeg menadžmenta (poslovođe održavanja, vođe smena u održavanju i sl.) u „on-line“ vremenu, isključivo u sopstvenim pogonima za održavanje. Ovi rukovodioci imaju zadatak da prema zahtevima PO-a izvrše raspoređivanje vozila sa definisanim intervencijama održavanja na raspoložive RmV-ove i radionice i na resurse sopstvenog održavanja. Pored toga, rukovodioci istovremeno kontrolišu realizaciju već raspoređenih intervencija održavanja i donose odluke o primeni mera za sprečavanje ili smanjenje nastalih poremećaja u njihovoj realizaciji.

Prema autorima (Ashayeri, Teelen i Selen, 1996), operativno raspoređivanje posla održavanja sastoji se od dodeljivanja konkretnih intervencija određenim radnicima u održavanju za izvršenje posla u definisanim vremenskim periodima, prema definisanim procedurama za raspoređivanje.

Raspoređivanje posla održavanja treba da se sprovodi prema prioritetima zahteva za održavanje, pri čemu se prvo raspoređuju najhitnije i najvažnije intervencije, uz zadovoljen uslov da se efikasno koriste postojeći resursi održavanja, (Marquez, 2007).

Prema autoru (Dhillon, 2002), raspoređivanje posla održavanja je jednako važno kao i planiranje. Kod raspoređivanja velikog broja intervencija održavanja, pogotovo intervencija koje zahtevaju učešće radnika različitih struka, značajna je upotreba različitih metoda za raspoređivanje, kao što je „Tehnika ocene i kontrole programa“ (PERT) ili „Metod kritičnog plana“ (CPM), kako bi se obezbedila sveukupna kontrola, (Dhillon, 2002).

Raspoređivanje posla održavanja je zasebna aktivnost, ali je usko povezana sa aktivnošću planiranja održavanja, (Mobley, Higgins i Wikoff, 2008). Cilj sprovođenja aktivnosti raspoređivanja je da se obezbedi da resursi održavanja (radnici, rezervni delovi i materijali) budu raspoloživi u vremenskim periodima kada su raspoloživi kapaciteti i oprema održavanja. Raspored posla održavanja treba biti tako urađen da: omogućí najbolje iskorišćenje radnika u održavanju; stanje voznog parka bude

prihvatljivo i za sektor održavanja i za sektor eksploatacije; predstavlja sredstvo informisanja za sektore održavanja i eksploatacije, (Moblely, Higgins i Wikoff, 2008).

Pri sprovođenju aktivnosti raspoređivanja posla održavanja u sopstvenim pogonima, rukovodioci imaju zadatak da prema zahtevima PO-a:

- odrede vremenske periode u okviru određenog dana za izvršenje planiranih intervencija održavanja po svakom vozilu;
- odrede konkretne RmV-ove na kojima treba da se sprovedu planirane intervencije održavanja po svakom vozilu;
- odrede konkretne radnike koji treba da izvrše planirane intervencije održavanja po svakom vozilu;
- popunjavaju i ažuriraju dokument „Operativni program održavanja“ (OPO);
- kontrolišu realizaciju OPO-a u odnosu na raspoređene intervencije održavanja prema definisanim vremenskim periodima, definisanim RmV-ovima, definisanim radnicima, definisanoj opremi, kao i prema definisanim rezervnim delovima, materijalima i specijalnim alatima po svakom vozilu;
- donose odluke o primeni različitih mera sa ciljem izbegavanja ili smanjenja poremećaja tokom sprovođenja aktivnosti raspoređivanja, od momenta izrađenog rasporeda za određene intervencije održavanja pa sve do završetka njihovog sprovođenja.

Može da se zaključi da rukovodioci prilikom raspoređivanja posla održavanja, prema zahtevima PO-a, treba da tako rasporede radnike, intervencije i vozila na RmV-ove kako bi omogućili što bolje iskorišćenje sopstvenih resursa i kapaciteta održavanja i kako bi obezbedili što bolju realizaciju PO-a u posmatranom periodu.

Za efikasno sprovođenje raspoređivanja posla održavanja neophodno je da rukovodioci imaju uvid iz baza podataka IS-a u:

- podatke o osnovnim sredstvima;
- podatke o resursima sopstvenih pogona za održavanje;
- podatke o kapacitetima sopstvenih pogona za održavanje;
- podatke o obavljenim intervencijama održavanja, prema zahtevima PO-a;

- podatke o tekućim intervencijama održavanja koje prema zahtevima PO-a treba da se rasporede;
- podatke o tekućoj realizaciji raspoređenih intervencija održavanja u dokumentu „Operativni program održavanja“ (OPO).

Kao dokument koji prikazuje raspoređeni posao održavanja u sopstvenom pogonu može da posluži „Operativni program održavanja“ (OPO), (Momčilović, Papić i Vujanović, 2007). OPO se izrađuje za naredni dan i prikazuje dnevni raspored vozila na RmV-ovima sa pripadajućim radnim nalogima i šiframa radnika koji će obaviti posao (slika 2.5).

Za izrađivanje ovog dokumenta zaduženi su rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta (poslovođe, predradnici smena u održavanju i sl.). Pri popunjavanju ovog dokumenta rukovodioci odabiru vozila iz PO-a na kojima treba da se narednog dana obavljaju definisane intervencije održavanja, prema zahtevima PO-a, i unose potrebne podatke u OPO.

Prilikom popunjavanja OPO-a rukovodioci unose sledeće podatke:

- broj nedelje i datum za koji se radi OPO;
- identifikacioni broj vozila koje se raspoređuje na RmV-ove;
- broj radnog naloga (RN) koji sadrži spisak definisanih intervencija održavanja za raspoređeno vozilo;
- šifre RMV-ova na kojima će se obaviti definisane intervencije sa RN-a;
- vremenski momenat početka i završetka obavljanja intervencija održavanja na RmV-u (vremenski period trajanja intervencija održavanja);
- identifikacione oznake radnika koji će obaviti intervencije održavanja po RMV-ovima.

Na slici 2.5 dat je primer izgleda dokumenta OPO. Na RmV-u sa šifrom „A“ raspoređena su tri vozila sa identifikacionim oznakama „V28“, „V19“ i „V34“ na kojima treba da se obave intervencije održavanja sa radnih naloga „RN45“, „RN46“, „RN49. Na vozilo „V28“ raspoređen je radnik sa identifikacionom oznakom „R15“ da

obavi intervencije održavanja sa radnog naloga „RN45“ u vremenskom periodu od 7.00h do 8.30h. Na vozilo „V19“ raspoređeni su radnici sa oznakama „R11“, „R12“ i „R15“ da obave intervencije održavanja sa radnog naloga „RN46“, pri čemu radnik „R15“ treba da radi od 9.00h do 11.30h, a radnici „R11“ i „R12“ od 9.00h do 12.30h. Na posmatranom RmV-u poslednje raspoređeno vozilo je „V34“, a radnici sa oznakama „R07“ i „R08“ treba da posmatranog dana obave intervencije održavanja sa radnog naloga „RN49“.

OPERATIVNI PROGRAM ODRŽAVANJA					Broj nedelje: 11					Datum: 17. 03. 2012.																
Identifikacioni br.vozila / broj radnog naloga po vremenu pojavljivanja na RMV-u					Šifra RmV	Vreme obavljanja posla sa RN-a po šiframa radnika (h)																				
						7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
V28	V19	V34			A	R15		R15										R08, R07								
RN45	RN46	RN49						R12, R11																		
V05	V11				B	R13												R06, R09								
RN43	RN44																									
V16	V01	V06	V25		C	R11		R17				R15, R13					R01									
RN41	RN42	RN47	RN48																							
V45	V17	V54	V64	V09	D	R12		R10				R14				R02				R02, R06						
RN40	RN50	RN51	RN52	RN54																						
V49	V30				E	R14, R16													R01							
RN39	RN53																									
V22	V33	V14			F			R18								R03, R05				R07, R09						
RN38	RN55	RN56																								
V19	V28	V05			G				R19			R17, R18							R04, R10							
RN57	RN58	RN59																								

Slika 2.5: Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Operativni program održavanja“

Pri izrađivanju dokumenta OPO rukovodioci treba da određeni deo kapaciteta i resursa održavanja ostave za sprovođenje eventualnih iznenadnih korektivnih intervencija, kao i za sprovođenje neophodnih obuka radnika u održavanju.

Pored izrađivanja OPO-a za naredan dan rukovodioci takođe kontrolišu realizaciju već raspoređenih intervencija održavanja u tekućem OPO-u.

Na osnovu podataka iz OPO-a mogu se za određeni period posmatranja dobiti sledeće informacije:

- vremenski period zauzetosti RmV-ova;
- vremenski period RmV-ova kada su slobodni;
- ukupan obavljen obim rada u održavanju;
- obavljen obim rada u održavanju po strukama radnika;
- obavljen obim rada u održavanju po radnicima;
- broj angažovanih po strukama radnika;
- broj angažovanja po radnicima;
- ukupan broj vozila koji su opsluženi;
- ukupan broj vozila koji su opsluženi po RmV-ovima i druge.

Ove informacije su značajne za sprovođenja analiza o iskorišćenju raspoloživih kapaciteta i resursa održavanja, ali i za sprovođenje drugih analiza u procesu održavanja voznog parka.

2.15 Kontrola sprovođenja intervencija održavanja

Kontrola sprovođenja intervencija održavanja je aktivnost operativnog upravljanja u „on-line“ vremenu koju sprovode rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta za intervencije u sopstvenim pogonima, odnosno rukovodioci srednjeg menadžmenta za intervencije koje treba da se sprovedu eksterno u specijalizovanim servisima „za treća lica“.

Rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta ispostavljaju radnicima posao održavanja u sopstvenim pogonima i kontrolišu njegovu realizaciju, prema zahtevima PO-a i OPO-a, odnosno da li su definisani radnici sproveli definisane intervencije održavanja na definisanim RmV-ovima u definisanim vremenskim periodima i sa definisanim rezervnim delovima i alatima.

U tom smislu, pri obavljanju aktivnosti kontrole sprovođenja intervencija održavanja u sopstvenim pogonima rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta imaju zadatak da:

- proveravaju uslove iz PO-a i OPO-a (da li su planirana vozila za održavanje isključena iz eksploatacije, da li su raspoloživi potrebni kapaciteti i resursi održavanja u planiranim vremenskim periodima i drugo);
- otvaraju, popunjavaju i izdaju dokument „Radni nalog“ (RN) radnicima u održavanju, ukoliko su zadovoljeni uslovi iz PO-a i OPO-a i u predviđeno polje OPO-a unose broj RN-a;
- prosleđuju informacije rukovodiocima srednjeg menadžmenta o zahtevima za održavanje kod kojih nisu zadovoljeni uslovi iz PO-a (određeno vozilo nije isključeno iz eksploatacije, nabavljen je pogrešan rezervni deo ili materijal, radnik odgovarajuće struke nije raspoloživ i sl.), na osnovu čega rukovodioci srednjeg menadžmenta ponovo planiraju određeno vozilo za održavanje i unose nove podatke u PO;
- sprovode kontrolu obavljenih intervencija održavanja u pogledu kompletnosti i kvaliteta i kontrolu upotrebljenih rezervnih delova i materijala i zatvaraju RN-ove;
- prosleđuju informacije o obavljenim intervencijama održavanja do rukovodioca srednjeg menadžmenta koji ih evidentiraju u predviđena polja PO-a.

Radni nalog (RN) je dokument koji sadrži intervencije održavanja koje definisani radnici treba da sprovedu na definisanom vozilu. Prema (Papić, 1995), sadržaj RN-a predstavlja sačinjen program intervencija održavanja koje je potrebno obaviti na vozilu da bi ono prešlo u stanje „spremno za rad“. Ako se u toku sprovođenja intervencija održavanja na vozilu utvrdi potreba, RN se može proširiti ili dopuniti. Pored ostalog, RN sadrži i utrošen obim rada na sprovođenju definisanih intervencija.

Često su neophodni određeni rezervni delovi i materijali iz skladišta za sprovođenje određenih intervencija održavanja. Trebovanje (TR) je dokument pomoću kojeg radnici u održavanju potvrđuju da su na određenom vozilu upotrebili definisane rezervne delove i materijale pri sprovođenju definisanih intervencija održavanja sa konkretnog RN-a.

Kada se obave sve definisane intervencije sa konkretnog RN-a na određenom vozilu, rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta sprovode kontrolu u pogledu kompletnosti i kvaliteta obavljenih intervencija održavanja i upotrebljenih rezervnih delova i materijala. Popunjavanjem predviđenih polja u RN-u rukovodioci najnižeg menadžmenta potvrđuju da su izvršili kontrolu obavljenih intervencija održavanja sa konkretnog RN-a i da je posao obavljen prema zahtevima PO-a i OPO-a, čime zatvaraju konkretni RN.

Rukovodioci srednjeg nivoa menadžmenta preuzimaju aktivnost kontrole sprovođenja definisanih intervencija održavanja koje su planirane u eksternim specijalizovanim servisima „za treća lica“, pri čemu imaju zadatak da:

- proveravaju uslove iz PO-a (da li su planirana vozila za održavanje isključena iz eksploatacije u planiranim vremenskim momentima);
- izvrše ponovno planiranje za određeno vozilo kod kojeg nisu zadovoljeni uslovi iz PO-a (vozilo nije isključeno iz eksploatacije u planiranom vremenskom momentu, nije ispoštovan dogovoren vremenski period za obavljanje planiranih intervencija održavanja od strane specijalizovanog servisa i sl.);
- komuniciraju sa rukovodiocima specijalizovanog servisa tokom realizacije intervencija održavanja i unose potrebne podatke u predviđena polja PO-a (vremenski momenti, eventualne dodatne intervencije održavanja i sl.);
- sprovode vizuelnu kontrolu obavljenih intervencija održavanja, upotrebljenih rezervnih delova i materijala po povratku vozila, prema dobijenoj dokumentaciji (specifikacija izvršenih intervencija, upotrebljenih delova, računi i sl.) od specijalizovanog servisa.

2.16 Obrada dokumentacije i izrađivanje izveštaja

Kada se sprovedu potrebne intervencije održavanja, bilo interno u sopstvenim pogonima ili eksterno u specijalizovanim servisima, rukovodioci najnižeg nivoa menadžmenta u „on-line“ vremenu obrađuju pripadajuću dokumentaciju (zatvoreni radni nalozi,

trebovanja, računi i sl.) i izrađuju izveštaje o izvršenom poslu održavanja za posmatrani period.

Rukovodioci u okviru ove aktivnosti imaju zadatak da:

- preuzimaju potrebne podatke iz dokumentacije o izvršenom poslu održavanja (zatvoreni radni nalozi, trebovanja, računi i sl.) i pripremaju ih za potrebe izveštavanja;
- sortiraju i prosleđuju određene primerke dokumentacije o izvršenom poslu održavanja ostalim sektorima u preduzeću (finansijska služba, služba za ljudske resurse i sl.);
- sortiraju i arhiviraju dokumentaciju o izvršenom poslu održavanja u bazu podataka u IS-u;
- izrađuju izveštaje o izvršenom poslu održavanja u posmatranom periodu i arhiviraju ove izveštaje u bazu podataka u IS-u.

Izveštaji o izvršenom poslu održavanja u posmatranom periodu mogu se podeliti na sledeće grupe:

- izveštaji o sopstvenim radnicima koji su obavili posao održavanja;
- izveštaji o vozilima na kojima su sprovedene intervencije održavanja;
- izveštaji o radnim nalogima;
- izveštaji o upotrebljenim rezervnim delovima i materijalima;
- izveštaji o upotrebljenim agregatima;
- izveštaji o specijalizovanim servisima koji su obavili intervencije održavanja; (broj i naziv obavljenih intervencija održavanja, broj ispoštovanih termina, cene usluga itd.) i druge.

Navedene grupe izveštaja mogu se kombinovati, pa se za definisani period posmatranja mogu dobiti sledeći izveštaji: broj obavljenih radnih naloga po određenom vozilu, broj obavljenih radnih naloga po određenom radniku, broj radnika koji su radili na određenom vozilu itd.

Na osnovu navedenih izveštaja rukovodioci mogu uočiti propuste i nedostatke u procesu održavanja, kao što su: veliki broj prekovremenih sati radnika u održavanju, često ponavljanje iste intervencije održavanja na istom vozilu, veliki vremenski period konkretnog vozila u stanju „nespremno za rad“ itd.

Redovno izrađivanje izveštaja od značaja je rukovodiocima srednjeg nivoa menadžmenta za sprovođenje analiza o radu i održavanju voznog parka.

3. PREGLED RELEVANTNE LITERATURE

Pregled relevantne literature za posmatranu oblast istraživanja može da se podeli na literaturu koja istražuje uticaj procesa održavanja i njegovog upravljanja na primarne radne procese i na literaturu koja istražuje uticaj integrisanog upravljanja procesom održavanja na produktivniji rad proizvodnih sistema. Posebno je istaknuta literatura u kojoj je prikazana koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“ zbog podržavanja ideje integrisanosti pri upravljanju održavanjem uređaja u proizvodnji i zbog mogućnosti da se principi posmatrane koncepcije primene na drumske vozne parkove.

Prikazana su istraživanja koja su sprovedena pretežno u oblasti industrijske proizvodnje, kao što su fabrike za proizvodnju papira, za proizvodnju energije, za hemijsku proizvodnju, fabrike metalske industrije i slično. Predloženi su različiti modeli, metodologije i pristupi održavanja sa ciljem efikasnijeg i produktivnijeg rada mašina i uređaja u posmatranim proizvodnim sistemima.

Pregled relevantne literature i opis aktivnosti upravljanja procesom održavanja poslužiće kao osnov za razvoj koncepta integrisanog upravljanja procesom održavanja vozni parkova.

3.1 Pregled literature koja istražuje uticaje procesa održavanja na primarne radne procese

Autor u radu (Löfsten, 2000), navodi da proces održavanja utiče na prihode u procesu proizvodnje. Autor smatra da je svrha upravljanja procesom održavanja da se smanje negativni efekti od zastoja mašina i uređaja na proces proizvodnje i da se maksimizira raspoloživost proizvodnog procesa uz minimalne troškove. Zastoji u proizvodnom procesu prouzrokuju gubitke u prihodima. Značajan uticaj na ove gubitke ima proces održavanja. Autor u radu predlaže upotrebu parcijalnog pokazatelja za merenje produktivnosti i efikasnosti procesa održavanja. Parcijalni pokazatelj produktivnosti održavanja predstavlja odnos između ukupnog prihoda i pojedinačnih troškova u održavanju. Cilj uvođenja parcijalnog pokazatelja održavanja je maksimiziranje produktivnosti održavanja u ekonomskom pogledu i ostvarivanje planiranog prihoda preduzeća, što u velikoj meri zavisi od usvojene strategije održavanja i od raspoloživosti mašina u proizvodnom procesu. Pošto su aktivnosti održavanja veoma heterogene, nije povoljna upotreba jednog univerzalnog pokazatelja, već upotreba više parcijalnih pokazatelja za merenje produktivnosti procesa održavanja. Prema autoru, jedan od upotrebljivih parcijalnih pokazatelja produktivnosti održavanja je količina ostvarene proizvodnje po uloženim časovima održavanja.

U radu (Al-Najjar, 2007), analiziran je uticaj procesa održavanja na proizvodnju, kvalitet proizvoda i osnovni kapital, kao i na profit i konkurentnost preduzeća. Posmatrano je kako jednostavne tehničke mere u procesu održavanja na operativnom nivou mogu uticati na ekonomske efekte na strategijskom nivou posmatranja, što doprinosi profitabilnosti i konkurentnosti preduzeća. Razvijen je model koji uključuje uticaje pristupa „Održavanje na osnovu vibracija“ (VBM) na poslovanje preduzeća. Model služi za pretvaranje tehničkih uticaja u finansijske uticaje. U modelu su upotrebljeni realni podaci iz fabrike papira. Prema autoru, poboljšanje strategije održavanja utiče na poboljšanje raspoloživosti, efikasnosti i kvaliteta proizvodnog sistema, što vodi ka smanjenju troškova proizvodnje i povećanju profita i konkurentnosti preduzeća. Kako bi se izmerila isplativost ulaganja u proces održavanja predložen je izraz za troškovnu efektivnost koji sadrži prosečne troškove u periodima

posmatranja pre i nakon poboljšanja proseca održavanja. Posmatrani troškovi uključuju troškove proizvodnje, troškove kapitala, osiguranja, troškove održavanja itd. Predloženi izraz služi za izračunavanje ostvarenih ušteda od sprovedenih mera u procesu održavanja na profit preduzeća. U radu su prikazane ostvarene uštede od primene efikasnijeg održavanja mašine za proizvodnju papira, što je doprinelo povećanju profita preduzeća.

U radu (Alsyouf, 2007), analiziran je uticaj efektivne strategije održavanja na produktivnost i profitabilnost procesa proizvodnje. U radu je prikazana zavisnost obima proizvodnje i ukupnih troškova proizvodnje po jedinici proizvoda. Sa efektivnijom strategijom održavanja (manje neplaniranih zastoja u proizvodnji, bolji kvalitet proizvoda, manje kratkih zastoja itd.) veće je iskorišćenje proizvodnog sistema, odnosno veći je obim proizvodnje sa prihvatljivim kvalitetom proizvoda. To utiče na povećanje profita, što je rezultat smanjenja ukupnih troškova proizvodnje po jedinici proizvoda, odnosno smanjenja fiksnih troškova po jedinici kvalitetnog proizvoda. U okviru dugoročnog planiranja predviđena je mogućnost za dodatno smanjenje ukupnih troškova proizvodnje po jedinici proizvoda u pogledu smanjenja zaliha rezervnih delova, smanjenja troškova kapaciteta proizvodnog sistema, smanjenja prigovora na proizvode itd. Takođe, predviđena je mogućnost i za povećanje cene koštanja proizvoda zbog poboljšanja imidža preduzeća u pogledu skraćanja vremena isporuke proizvoda, većeg stepena zadovoljenja klijenata itd. Dat je izraz za dodatan profit koji predstavlja razliku profita ostvarenih nakon i pre primenjenih poboljšanja u procesu održavanja. U studiji sprovedenoj u fabrici papira snimani su sledeći pokazatelji: planirano vreme proizvodnje, planirani intenzitet proizvodnje, planirano vreme stajanja mašina usled održavanja, neplanirano vreme stajanja mašina zbog otkaza i neplaniranih zamena rezervnih delova, vreme kratkih zastoja mašina, proizvodi lošijeg kvaliteta. Ekonomski parametri koji su analizirani su: fiksni i varijabilni troškovi proizvodnje, profit, dodatan profit, vrednost kapitala za rad, troškovi održavanja, troškovi investicija u održavanje i troškovi zaliha rezervnih delova. Ostvareni rezultati u sprovedenoj studiji pokazuju da jedna mašina za proizvodnju papira može, u idealnom slučaju, godišnje ostvariti dodatan profit od najmanje 0,975 miliona US dolara, što iznosi 12,5% godišnjeg budžeta za održavanje posmatrane mašine, pod uslovom da se izbegnu sva neplanirana

stajanja mašine i da se izbegne proizvodnja lošijeg kvaliteta usled neefektivnog održavanja. Ostvareni profit može biti još veći ako se uzmu u obzir i ostali elementi kao što su kratki zastoji mašina i planirani zastoji zbog održavanja. Upotrebom razvijenog konceptualnog modela u radu omogućeno je rukovodiocima da odrede uticaje efektivne strategije održavanja na produktivnost i profitabilnost proizvodnog procesa kroz direktne uticaje na kvalitet, efikasnost i efektivnost rada u proizvodnji. Prema autoru, ovim radom pokazano je da održavanje ne predstavlja troškovno opterećenje za preduzeće, već funkciju koja ostvaruje dodatan profit preduzeću.

Autor u radu (Alsayouf, 2009), na osnovu sprovedenog istraživanja u industrijskim preduzećima u Švedskoj analizira ulogu procesa održavanja na ostvarivanje što većeg profita. Prema istraživanju, veći broj preduzeća kao metod za određivanje odgovarajuće koncepcije održavanja koristi još uvek sakupljana iskustva i znanja u preduzeću, dok manji broj preduzeća koristi modeliranje i optimizacije vremena do otkaza mašine i uređaja. Prema autoru, neophodne su veće investicije u sistem održavanja koji je još uvek u većini posmatranih preduzeća posmatran kao neophodan troškovni centar. Tako npr. čak 89% analiziranih preduzeća ulaže samo do 5% od budžeta održavanja za potrebe obuka i usavršavanja zaposlenih u održavanju. Više od polovine analiziranih preduzeća nemaju sopstvenu koncepciju održavanja u pismenoj formi. Pored toga što se oko 13% ukupnog vremena za održavanje upotrebi za sprovođenje intervencija od planiranih zahteva, čak 37% ukupnog vremena za održavanje se upotrebi za sprovođenje intervencija od neplaniranih zahteva za održavanjem. Autor smatra da je u posmatranim preduzećima neophodno veće učešće naprednijih pristupa održavanju, kao što su TPM i RCM, koji mogu pomoći pri određivanju odgovarajuće troškovno efektivne koncepcije održavanja. Navedeni pristupi imaju veliki uticaj na pravovremeno identifikovanje problema i na poboljšanje efektivnosti planiranja i raspoređivanja intervencija održavanja. Prema autoru, neefektivno planiranje i raspoređivanje intervencija održavanja može da spreči sistem održavanja u realizaciji postavljenih ciljeva i da doprinese ostvarivanju manjeg profita i manje konkurentnosti preduzeća.

U radu (Rishel i Christy, 1996), istraživan je zajednički uticaj koncepta „Održavanja prema rasporedu“ i „Sistema za planiranje nabavke materijala“ na proizvodni proces. Autori ističu da koncept „Održavanja prema rasporedu“ značajno utiče na smanjenje

broja otkaza, što doprinosi povećanju proizvodnog potencijala. Pošto proces održavanja ima potencijal da smanji troškove u preduzeću, formalizacija rasporeda održavanja dobija još više na značaju. Autori u ovom radu predlažu da „Sistem za planiranje nabavke materijala“ predstavlja primaran mehanizam za integrisanje rasporeda procesa proizvodnje i rasporeda procesa održavanja. Prema autorima, uključivanjem hitnih predvidljivih intervencija održavanja u „Sistem za planiranje nabavke materijala“ pruža mogućnost rukovodiocima da donose efikasnije odluke planiranja, raspoređivanja i kontrole u procesu proizvodnje i procesu održavanja. Kada se hitne intervencije održavanja posmatraju kao zavisni zahtevi, može se prema razvijenom simulacionom modelu u radu približno predvideti broj otkaza i zastoja uređaja. To daje rukovodiocima dobre osnove da proces održavanja prilagode zahtevima proizvodnog procesa.

U radu (Abdulnour, Dudek i Smith, 1995), razvijen je matematički model koji opisuje dobijene efekte na osnovu promene strategije održavanja, pouzdanosti mašina, vremena proizvodnje, odnosa vremena preventivnog održavanja i vremena proizvodnje, odnosa vremena za opravke i vremena preventivnog održavanja, kao i na osnovu promene veličine proizvodne linije. Dobijeni efekti su prikazani u pogledu ostvarenih vrednosti pokazatelja proizvodnog procesa, ukupne produktivnosti proizvodne linije, kao i u pogledu odstupanja u produktivnosti. U modelu su korišćene dve različite strategije održavanja. Prema prvoj strategiji preventivno održavanje se izvodi nakon definisanog perioda. Nakon svakog otkaza u okviru definisanog perioda za preventivno održavanje sprovode se samo neophodne minimalne opravke, a intezitet otkaza sistema nakon sprovođenja opravki nije narušen. Prema drugoj strategiji preventivno održavanje izvodi se nakon određenog broja otkaza, pri čemu se kod otkaza sprovode samo neophodne minimalne opravke. Sprovedene analize u ovom radu pokazuju da u različitim okolnostima različite strategije održavanja nemaju isti efekat na performanse proizvodne linije. Matematički model u ovom radu razvijen je kao pomoć u odabiranju odgovarajuće strategije održavanja i za određivanje značajnih faktora u okviru odabrane strategije u cilju maksimiziranja performansi proizvodne linije, čime je poboljšana produktivnost proizvodnje.

Autori u radu (Waeyenbergh i Pintelon, 2002), predstavljaju strukturni model za odgovarajuću koncepciju održavanja. Autori naglašavaju da proces održavanja

učestvuje više nego ikada ranije u ostvarivanju poslovnih ciljeva preduzeća. Odgovarajuća koncepcija održavanja ne pomaže samo u smanjivanju troškova eksploatacionog veka uređaja i mašina, već takođe pozitivno doprinosi ostvarivanju dobrih performansi rada preduzeća. Prema autorima, razvoj koncepta održavanja treba biti urađen na strukturni način zbog visokih direktnih i indirektnih troškova održavanja i zbog uticaja koje proces održavanja može da ima na operativne performanse opreme i uređaja. Razvijeni strukturni model nudi uputstva za primenu odgovarajuće koncepcije održavanja i koristi neke od ideja postojećih pristupa, kao što su RCM, TPM, BCM i ILS/LSA. Važna karakteristika strukturnog modela je što dopušta upotrebu svih raspoloživih informacija u preduzeću, od sakupljenog iskustva zaposlenih u održavanju, pa sve do modernih kompjuterizovanih podataka. Prikazani model se sastoji iz pet modula. U početnom modulu se vrši identifikacija ciljeva i resursa. U drugom modulu se određuju najvažniji sistemi i njihove najvažnije komponente, dok se u trećem modulu vrši odabir odgovarajuće koncepcije održavanja. U četvrtom modulu se vrši merenje performansi sistema, dok se u petom modulu sprovodi poboljšanje prva tri modula.

U radu (Duffuaa i Andijani, 1999), autori prikazuju razvijeni simulacioni model za efektivno planiranje intervencija održavanja na vazdušnim transportnim sredstvima sa ciljem minimizacije otkazanih letova, minimizacije kašnjenja, minimizacije vremena za sprovođenje intervencija opravki i efektivnog iskorišćenja resursa održavanja. Model se sastoji od sledećih modula: planiranje i raspoređivanje posla održavanja, organizacija održavanja, nabavka rezervnih delova, kontrola kvaliteta obavljenog posla održavanja i merenje performansi sistema. Svaki od modula predstavlja jednu od aktivnosti održavanja i ima svoje elemente.

Autori u radu (Papić, Medar i Pejčić-Tarle, 1999), prikazuju značaj upravljanja procesom održavanja vozničkih parkova na održivi transport i održivi razvoj. Definisano je mesto sistema održavanja u okviru održivog transporta. Prihvatanjem filozofije „Upravljanje totalnim kvalitetom“ (TQM) razvijen je metod donošenja strateških odluka pri upravljanju održavanjem u okviru koga su korišćena dva modela: simulacioni i „Analytic Hierarchy Process“ (AHP) model. Simulacioni model je upotrebljen za kvantifikovanje uticaja pojedinih varijanti odnosa broja vozila, broja radnih mesta za održavanje, broja smena u održavanju itd. AHP model je upotrebljen za izbor ukupno

najpovoljnije varijante. Na osnovu razvijenog metoda omogućena je podrška donosiocima odluka pri izboru najpovoljnije varijante za realizaciju sistema održavanja voznog parka.

U radu (Momčilović, Papić i Vujanović, 2007), prikazan je značaj kvaliteta upravljanja održavanjem na energetske efikasnost voznih parkova, odnosno na održivi razvoj. U okviru kvaliteta upravljanja održavanjem definisan je skup mera u procesu održavanja uz zadovoljenje uslova ostvarivanja profita voznog parka i obezbeđenja održivog razvoja. Neke od predloženih mera su uvođenje dokumenata „Plan održavanja“ i „Operativni program održavanja“ u preduzeća sa sopstvenim drumskim voznim parkom. Primenom predloženih mera u konkretnom preduzeću ostvareno je povećanje energetske efikasnosti voznog parka i smanjenje obima rada u održavanju po pređenom putu voznog parka u posmatranom periodu.

3.2 Pregled literature koja istražuje uticaj integrisanog upravljanja procesom održavanja na primarne radne procese

Određeni broj autora u literaturi smatra da za efikasno upravljanje procesom održavanja treba istovremeno i objedinjeno posmatrati primarni proizvodni proces i proces održavanja.

Prema radu autora (Brandolese, Franci i Pozzetti, 1996), aktivnosti planiranja i raspoređivanja intervencija održavanja ne treba da bude posao koji utiče na smanjenje kapaciteta mašina u proizvodnji. Proces održavanja predstavlja potrebu procesa proizvodnje, pri čemu intervencije održavanja treba analizirati, planirati i raspoređivati zajedno sa planiranjem rada mašina u procesu proizvodnje. U tom smislu, u radu je predstavljen ekspertski sistem za upravljanje proizvodnjom u kojoj paralelno rade više fleksibilnih mašina. Razvijeni ekspertski sistem istovremeno planira i raspoređuje posao proizvodnje i posao održavanja. Pri tome, uslov je ispunjenje sledeća tri cilja: da se izvrši planirani posao prema ispostavljenim vremenskim zahtevima, da se minimiziraju ukupni troškovi mašina (predstavljaju sumu očekivanih troškova održavanja, troškova

pripreme za proizvodnju i troškova proizvodnje) i da se minimizira ukupno vreme upotrebe mašina (predstavlja sumu ukupnog vremena u proizvodnji, ukupnog vremena pripreme za proizvodnju, ukupnog vremena stajanja mašine i ukupnog vremena provedenog u održavanju). Prema autorima, integrisano planiranje i raspoređivanje posla proizvodnje i posla održavanja otvaraju nove mogućnosti za optimizaciju performansi rada mašina u industrijskim pogonima. Razvoj ovako integrisanog pristupa uključuje i mnoge organizacione probleme pošto aktivnosti planiranja procesa proizvodnje i procesa održavanja često pripadaju različitim funkcijama u preduzeću.

Autori u radu (Ashayeri, Teelen i Selen, 1996), naglašavaju uticaj međuzavisnih veza različitih odluka u procesu proizvodnje i odluka u procesu preventivnog održavanja na ispravno korišćenje raspoloživih kapaciteta i na profit preduzeća. Uzimajući u obzir ove međuzavisnosti, autori su razvili integrisani model linearnog programiranja za planiranje procesa preventivnog održavanja i procesa proizvodnje u hemijskoj industriji. Razvijeni model pomaže rukovodiocima pri donošenju odluke kada je najpovoljnije da se sprovedu intervencije preventivnog održavanja, pri čemu su izbalansirani troškovi preventivnog održavanja, troškovi zaliha, troškovi korektivnog održavanja u slučaju otkaza, troškovi nabavke i troškovi pripreme za proizvodnju. Model definiše da li je povoljnije da se prvo sprovedu intervencije preventivnog održavanja ili da se prvo startuje sa proizvodnjom i da se pri tome rizikuje sa pojavom otkaza na mašini. Prema tome, prikazani model održavanja može da se predstavi i kao sistem održavanja prema stanju, pri čemu je stanje mašine definisano dužinom vremena rada u proizvodnji od sprovođenja poslednjeg preventivnog održavanja, strukturom troškova pripreme za proizvodnju i upotrebljenim materijalima. Dužina vremena rada mašine u proizvodnji od sprovođenja poslednjih intervencija preventivnog održavanja predstavlja ključni pokazatelj za merenje pouzdanosti mašine. U ovom radu, funkcija pouzdanosti mašine je dobijena na osnovu postojećih podataka. Primenom prikazanog modela utiče se na minimiziranje navedenih troškova.

Autori u radu (McKone, Schroeder i Cua, 2001), smatraju da upotreba TPM-a kao sveobuhvatnog pristupa pri upravljanju procesom održavanja doprinosi poboljšanju performansi procesa proizvodnje. Predložen je konceptualni strukturni model kako bi se prikazala priroda uticaja između TPM-a i performansi procesa proizvodnje. Utvrđeno je

da TPM ima pozitivan uticaj na niske troškove, na visok nivo kvaliteta i na performanse dostave proizvoda. Utvrđeno je da TPM direktno utiče na performanse procesa proizvodnje, ali postoji takođe i indirektan uticaj između TPM-a i performansi procesa proizvodnje preko sistema „just in time“. U tom smislu, TPM ne treba posmatrati samo kao sredstvo za kontrolu troškova, već i kao sredstvo za poboljšanje troškova, poboljšanje kvaliteta i poboljšanje dostave proizvoda. Pored toga, proizvodni sistem „just in time“, TQM i TPM ne treba posmatrati izolovano jer zajedno brže doprinose boljim performansama proizvodnog procesa.

U radu (Brah i Chong, 2004), utvrđena je pozitivna korelaciona veza između performansi poslovanja i TPM-a kao sveobuhvatnog pristupa pri upravljanju procesom održavanja, koji zahteva podršku na svim nivoima u organizaciji preduzeća. Prema autorima, preduzeća koja su primenila TPM pristup imaju značajno bolje performanse poslovanja, u odnosu na preduzeća bez TPM primene. Pored toga, bolje su performanse poslovanja u preduzećima sa većim iskustvom u pogledu TPM primene, u odnosu na preduzeća sa manjim posmatranim iskustvom.

Prema radu (Zhu, Gelders i Pintelon, 2002), za postizanje efektivnog upravljanja procesom održavanja značajno je da se definišu međuzavisnosti između procesa održavanja i primarnog procesa i da se upravljanje procesom održavanja usmeri prema ostvarivanju ukupnih ciljeva poslovanja preduzeća. U tom smislu, autori predlažu primenu koncepta objektno/ciljnog upravljanja procesom održavanja. U okviru ovog koncepta ciljno upravljanje je usmereno na upravljanje procesom održavanja uz uslov ostvarivanja primarnih ciljeva preduzeća, dok objektno upravljanje obuhvata ponašanje uređaja i opreme i njihove otkaze. Koncept objektno/ciljnog upravljanja procesom održavanja sastoji se iz upravljanja na strateškom, taktičkom i operativnom nivou. Važan cilj u okviru operativnog nivoa objektno/ciljnog upravljanja procesom održavanja predstavlja integrisanje aktivnosti planiranja i kontrole procesa održavanja i primarnog procesa u preduzeću. Pristup „Održavanje zasnovano na ponašanju“ polazi od zahteva primarnog procesa, a koristi se u okviru posmatranog koncepta za potrebe praćenja i kontrole ponašanja uređaja i opreme, pogotovo u pogledu otkaza. Na osnovu dobijenih pokazatelja definiše se potreban program održavanja, čime se maksimizira efektivnost uređaja i opreme i ostvaruju primarni ciljevi preduzeća.

Autori u radu (Zhu i Pintelon, 2001), naglašavaju da aktivnosti procesa održavanja imaju za cilj da podržavaju i opslužuju primarni proces u preduzeću kako bi se postigli osnovni ciljevi poslovanja. Prema autorima, aktivnosti održavanja moraju biti procesno orijentisane i integrisane sa aktivnostima poslovanja u preduzeću. U tom smislu, prikazan je model upravljanja procesom održavanja. Model polazi od definisanih ciljeva poslovanja preduzeća. Upravljanje procesom održavanja treba da pretvara ulaze u proces održavanja u zahtevane izlaze, kako bi se zadovoljili ciljevi poslovanja preduzeća. Ključni faktor za pretvaranje ulaza u željene izlaze, odnosno za poboljšanje performansi rada procesa održavanja predstavlja proces donošenja odluka na nivou pogona za održavanje koji zavisi od organizacione strukture sistema održavanja, zaposlenih i njihovih navika, koncepta i resursa održavanja. U tom smislu, u radu je prikazan koncept upravljanja procesom održavanja integrisan sa procesom proizvodnje. Ovaj koncept je zasnovan na razvoju TPM-a, RCM-a i na promenama u organizaciji, u navikama ljudi, u tehnologijama održavanja i u inženjeringu sa ciljem poboljšanja upravljanja procesom održavanja. Prema konceptu, proces održavanja treba biti udružen sa procesom proizvodnje prilikom planiranja i raspoređivanja kapaciteta proizvodnih pogona, a prema zahtevima klijenata. Kao jedan od osnovnih elemenata posmatranog koncepta je upotreba koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“ koja će biti detaljnije prikazana u narednom poglavlju.

Autor u radu (Papić, 1987), daje prikaz razvijenog integralno dinamičko simulacionog modela za podršku rukovodiocima pri donošenju strateških upravljačkih odluka, a sa ciljem povećanja efektivnosti voznih parkova. U modelu se integralno posmatraju svi bitni uticaji na efektivnost voznih parkova. Model obuhvata broj i strukturu voznog parka, broj i strukturu radnih mesta za održavanje, vremenske periode i broj smena u kojima rade pojedina radna mesta za održavanje, uticaj čekanja na odgovarajući rezervni deo ili materijal, karakteristike promene stanja vozila u funkciji od pređenog puta po KE grupama, obime i vrste zahteva za održavanjem i dinamiku njihovog ispostavljanja, vremenske momente dolaska vozila u bazu, uticaje promene stanja opreme u održavanju, uticaje nestanka energije, primenjenu tehnologiju rada u održavanju itd.

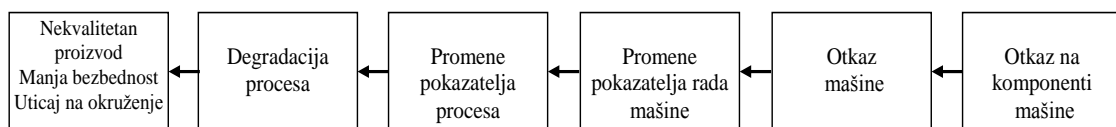
U radu autora (Vujanović i ostali, 2011), prikazan je značaj integrisanog upravljanja procesom održavanja na povećanje energetske efikasnosti voznih parkova. Polazi se od stava da se preko efikasnog upravljanja procesom održavanja voznih parkova može uticati na povećanje iskorišćenja tovarnog prostora vozila, što doprinosi povećanju energetske efikasnosti voznog parka. Za efikasno upravljanje održavanjem neophodno je da se zajedno posmatraju proces rada i proces održavanja vozila. U radu je prikazana metodologija za upravljanje procesom održavanja sa ciljem povećanja energetske efikasnosti voznog parka. Primenom metodologije obezbeđuju se vozila u stanju „spremno za rad“ pogodnih KE grupa u planiranim periodima, te se na taj način doprinosi poboljšanju iskorišćenja tovarnog prostora vozila, što istovremeno utiče na povećanje energetske efikasnosti voznog parka.

Autori u radu (Vujanović i ostali, 2012), prikazuju značaj integrisanog upravljanja procesom održavanja na efikasan i racionalan rad voznih parkova. Za efikasno upravljanje procesom održavanja potrebno je integrisano posmatrati transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje. U radu su definisani pokazatelji iz navedene tri oblasti koji se koriste prilikom merenja ostvarenih efekata od primene određenih mera upravljanja. Kombinovanom upotrebom metoda: DEMATEL („Decision Making Trial and Evaluation Laboratory“) i ANP („Analytic Network Process“) izračunate su značajnosti definisanih pokazatelja na donošenje upravljačkih odluka. Razvijen je model koji sadrži definisane pokazatelje i njihove težinske faktore. Prema modelu, postoji međuzavisan uticaj pokazatelja iz posmatranih oblasti, pri čemu intenzitet tih uticaja ima različite neregularne vrednosti. Razvijen model je upotrebljen za ocenu percepcije rukovodioca u nekoliko preduzeća sa voznim parkovima o značaju upravljanja procesom održavanja na povećanje energetske efikasnosti. Pored toga, model je upotrebljen za ocenu rukovodioca u pogledu njihove efikasnosti pri upravljanju procesom održavanja u preduzećima. Detaljan opis upotrebe navedenih metoda i razvijenog modela prikazaće se u petom poglavlju.

3.3 Konceptija „Održavanje zasnovano na procesu“

Prema radu (Zhu i Pintelon, 2001), „Održavanje zasnovano na procesu“ (PBM) je pristup kod donošenja odluka u procesu održavanja koji je zasnovan na poznavanju proizvodnog procesa i određivanju radnog stanja opreme koristeći statističke metode tako da se pored rešavanja problema proizvodnih gubitaka može povećati funkcionalnost uređaja i opreme. PBM ne zahteva raspolaganje velikom količinom informacija i istorijskih podataka o raspoloživosti opreme.

Prema PBM koncepciji oprema predstavlja osnovni element u procesu proizvodnje, (Zhu i Pintelon, 2001). Zahvaljujući opremi može biti realizovan proces proizvodnje i može biti dobijen željeni proizvod. Međutim, sva oprema je podložna pojavi otkaza, usled iznenadnog prekida rada i usled promene stanja opreme. To ima uticaj na proces rada. Na slici 3.1 prikazan je lanac mogućih posledica od otkaza opreme u okviru proizvodnog procesa. U okviru upravljanja procesom održavanja posmatrana koncepcija fokusirana je prvenstveno na promene pokazatelja rada mašine, odnosno opreme i na promene pokazatelja procesa održavanja. Otkazi mašine i njezinih komponenti su elementi RCM pristupa, a degradacija procesa i uticaji na okruženje, manju bezbednost i nekvalitetan proizvod su delovi TPM pristupa održavanju, (Zhu i Pintelon, 2001).



izvor: (Zhu i Pintelon, 2001)

Slika 3.1: Prikaz lanca mogućih posledica otkaza mašine u procesu proizvodnje

Prema autorima u radu (Zhu i Pintelon, 2001), svaki proces se obavlja u jedinstvenom okruženju. Takođe, svaki proces ima jedinstvene radne uslove, kao što je brzina, temperatura, jačina struje i napon itd. Ovi faktori utiču na intenzitet otkaza komponenti od kojih je sačinjena oprema. Svaka funkcija opreme u projektovanoj fazi sadrži skup pokazatelja sa svojim graničnim vrednostima, pri čemu pokazatelji opisuju i reprezentuju rad svake funkcije. U eksploatacionom periodu ovi pokazatelji zavise od procesa proizvodnje u kojem se oprema koristi i predstavljaju trenutno radno stanje

opreme. Oprema mora biti u takvom radnom stanju kako bi bili zadovoljeni pokazatelji procesa proizvodnje. Veoma je značajno da se kontroliše vrednost pokazatelja radnog stanja opreme, kako bi se obezbedilo da opreme dobro funkcioniše i kako bi se zadovoljili zahtevi procesa proizvodnje. Ako vrednost pokazatelja radnog stanja opreme iziđe iz željenih granica to može značiti u statističkom pogledu da je otkazala funkcija opreme, (Zhu i Pintelon, 2001).

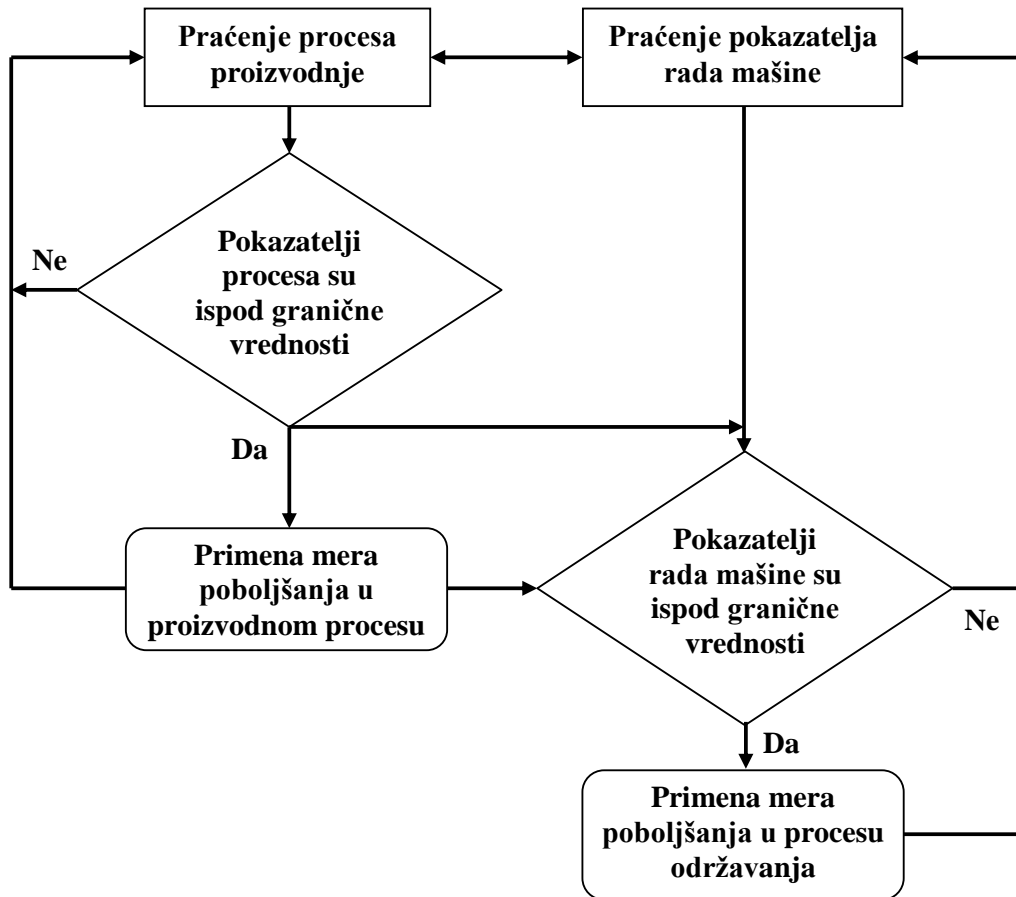
Prema (Zhu i Pintelon, 2001), PBM koncepcija podrazumeva:

1. određivanje ključnih pokazatelja opreme koji mogu predstavljati radno stanje opreme i koji mogu određivati njenu funkcionalnost prema pokazateljima procesa proizvodnje;
2. praćenje i zadržavanje vrednosti odabranih ključnih pokazatelja opreme u željenim granicama kako bi se realizovao posao u procesu proizvodnje;
3. donošenje upravljačkih odluka zasnovanih na analizama odstupanja vrednosti ključnih pokazatelja opreme od željenih vrednosti;
4. upotrebu statističkih metoda za izračunavanje vrednosti ključnih pokazatelja opreme.

Primenom PBM koncepcije aktivnosti održavanja imaju za cilj da održe vrednosti ključnih pokazatelja opreme u željenim granicama minimizirajući nedozvoljena odstupanja tako da oprema ostane u dobrom stanju i da zadovolji zahteve kvaliteta proizvoda, troškova, bezbednosti i okruženja, (Zhu i Pintelon, 2001). Na slici 3.2 prikazan je ciklus PBM koncepcije održavanja. Vršiti se istovremeno praćenje pokazatelja primarnog procesa, odnosno procesa proizvodnje i pokazatelja rada opreme tj. mašine. Ukoliko pokazatelji ostvare lošije vrednosti od definisanih graničnih, rukovodioci donose upravljačke odluke o primeni različitih mera poboljšanja u procesu proizvodnje i procesu održavanja.

Prema radu (Zhu i Pintelon, 2001), koncepcija PBM uključuje proces kontrolisanja vrednosti pokazatelja mašine, odnosno opreme i dovođenja ostvarenih vrednosti pokazatelja u vezu sa pokazateljima proizvodnog procesa. Postoji veliki broj faktora koji utiču na proces proizvodnje. Kontrola procesa proizvodnje može biti sprovedena u

pogledu minimiziranja odstupanja vrednosti ključnih pokazatelja stanja opreme, kako bi se postigle željene performanse procesa proizvodnje što se može prikazati i pokazateljem „Ukupna efektivnost opreme“ (OEE).



izvor: (Zhu i Pintelon, 2001)

Slika 3.2: Prikaz ciklusa održavanja zasnovanog na procesu

Prednosti PBM pristupa su sledeće, (Zhu i Pintelon, 2001):

- donošenje odluka je zasnovano na poznavanju procesa proizvodnje i održavanja, kao i njihovih pokazatelja;
- osnova procesa održavanja je radno stanje opreme. Ključni pokazatelji radnog stanja opreme nastoje se dovesti u vezu sa aktivnostima procesa proizvodnje i održavanja;
- prepoznavanje problema u funkcionisanju opreme i održavanju radnog stanja opreme u pogonima za održavanje obavlja se troškovno efektivno;

- proizvodni sistem i sistem održavanja su integrisani u jedan sistem. Radnici u proizvodnji i u održavanju rade zajedno i sakupljaju nova saznanja jedan od drugoga u istom timu.

Prema autorima (Zhu i Pintelon, 2001), PBM koncepcija koristi neka od načela RCM-a i TPM-a, kao što je upotreba statističkih metoda ili upotreba pokazatelja. Međutim, osnovni nedostaci RCM-a i TPM-a nisu izraženi kod PBM koncepcije. RCM pristup je zasnovan na iskustvima i statističkim matematičkim teorijama i zahteva veliku količinu informacija i istorijskih podataka o opremi, što nije neophodno kod PBM koncepcije. Sa druge strane, TPM pristup nastoji da smanji proizvodne gubitke, ali ne obraća veću pažnju na prevenciju proizvodnih gubitaka kroz praćenje radnog stanja opreme i kroz kvalitativno i kvantitativno analiziranje intenziteta otkaza opreme, (Zhu i Pintelon, 2001). Osim toga, preko proračuna pokazatelja „OEE“ troškovi i profit u TPM-u nisu uzeti u obzir, pa ovaj pokazatelj ne može da bude jedini pri upoređivanju uređaja i sistema, (Waeyenbergh i Pintelon, 2002).

Održavanje drumskih vozila u organizovanim voznim parkovima u većini slučajeva još uvek ne može u potpunosti da se zasniva na principima RCM-a jer za mnoge elemente vozila zakoni pouzdanosti nisu uvek poznati. Pitanje je da li će i kada ti zakoni zaista biti raspoloživi i da li će i do kog nivoa postojati objektivne potrebe za primenom ovakvog koncepta na drumskim vozilima, (Duboka, 2008).

Pored toga, usled velike heterogenosti strukture voznog parka i postojanja, u većini slučajeva, velikog broja KE grupa vozila, pitanje je i koliko su dobijeni zakoni pouzdanosti elemenata vozila isplativi za upotrebu, pogotovo zbog činjenice što je relativno kratak vremenski period između proizvodnje prethodnog i novog modela vozila jednog proizvođača.

Prema autoru (Duboka, 2008), primena TPM principa ipak je „bliža“ uslovima koji vladaju u serijskoj proizvodnji nego prilikom održavanja voznih parkova. Nije sasvim realno, ali ni potrebno, očekivati da se u održavanju vozila postigne da „svi rade sve“ jer bi to zahtevalo ne samo jasno razgraničenje u pogledu nadležnosti nego i stvaranje ambijenta u kome bi svaki involvirani radnik maksimalno svrsishodno i odgovorno

uradio sve ono što je u konkretnoj situaciji neophodno. Interesantno je da se u nekim specijalnim slučajevima korišćenja i održavanja vozila, kao što je „održavanje na terenu“, već primenjuje pravilo da rukovalac vozila samostalno vrši veliki broj intervencija preventivnog i korektivnog održavanja. Međutim, u velikom broju ostalih slučajeva nije pogodna upotreba isključivo TPM principa pri procesu održavanja drumskih vozničkih parkova.

Na osnovu analizirane literature može da se zaključi da proces održavanja značajno utiče na racionalan i na efikasan rad uređaja i mašina u proizvodnim sistemima, ali i na rad vozničkih parkova. Pregledom literature zaključuje se da je posebno značajan uticaj efikasnog upravljanja procesom održavanja na primarne radne procese, kao što je i transportni proces. U tom smislu, ideja ove disertacije je da se preko integrisanog upravljanja održavanjem utiče na još racionalniji i efikasniji rad vozničkih parkova.

Prema analiziranoj literaturi zaključuje se da zbog navedenih nedostataka nije pogodna primena isključivo RCM ili TPM pristupa, kao ni drugih sličnih pristupa, kada je u pitanju održavanje drumskih vozničkih parkova. Sa druge strane, PBM koncepcija podržava ideju integrisanosti procesa rada i procesa održavanja uređaja i mašina u proizvodnim sistemima. Kod primene PBM koncepcije donošenje odluka zasniva se na poznavanju procesa i poznavanju vrednosti pokazatelja proizvodnje i održavanja. Primenom PBM koncepcije prepoznavanje problema u funkcionisanju i održavanju uređaja i mašina obavlja se na troškovno efikasan način. Zbog navedenih prednosti, u ovoj doktorskoj disertaciji primeniće se principi PBM koncepcije pri održavanju drumskih vozničkih parkova. Preko praćenja ostvarenih vrednosti definisanih pokazatelja upravljanja pružiće se neophodne informacije rukovodiocima za donošenje upravljačkih odluka koje će biti usmerene na efikasniji i racionalniji rad vozničkih parkova. Principi PBM koncepcije biće uspostavljeni u okviru razvijene metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja koja je prikazana u petom poglavlju.

4. INTEGRISANO UPRAVLJANJE PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH PARKOVA

Kako je prikazano na slici 2.2, za upravljanje procesom održavanja neophodno je imati uvid u rad voznog parka koji je definisan zahtevima OPR-a. Pored toga, za upravljanje posmatranim procesom neophodno je poznavati i zahteve okruženja, pošto vozila rade u nekom okruženju. Prema tome, polazi se od ideje da je za efikasno upravljanje procesom održavanja drumskih vozni parkova potrebno integrirano posmatrati transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje. U tom smislu, u okviru ovog poglavlja opisan je međuzavisan uticaj koji postoji između procesa transporta i održavanja vozila, kao i okruženja. Time je prikazana potreba za primenom integriranog pristupa pri upravljanju procesom održavanja vozni parkova. Na osnovu opisa navedenih međuzavisnih uticaja i prikaza uslova za nastanak poremećaja u procesu održavanja, prikazaće se osnovni kriterijumi integriranog upravljanja održavanjem vozni parkova koji će biti primenjeni u razvijenoj metodologiji.

4.1 Međuzavisnost transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja

U razmatranim preduzećima polazi se od pretpostavke da vozni parkovi rade prema zadatom OPR-u koji se sastoji od planiranih transportnih zadataka, koje vozila treba da obave u određenom vremenskom periodu, (Papić, 1987). Za obavljanje transportnog

procesa razmatrana preduzeća poseduju najčešće heterogene vozne parkove, sastavljene iz više različitih KE grupa vozila.

Tokom odvijanja transportnog procesa na vozilima se istovremeno sprovodi proces negativne promene tehničkog stanja, odnosno pogoršava se tehničko stanje vozila, (slika 4.1). Proces negativne promene tehničkog stanja vozila ima za posledicu da vozila povremeno ispostavljaju zahteve za održavanjem. Što je veći intenzitet korišćenja vozila po pravilu brži je i proces pogoršavanja njihovog tehničkog stanja, pa vozila češće ispostavljaju zahteve za održavanjem u posmatranom periodu. Ispostavljeni zahtevi generišu intervencije održavanja koje treba da se obave na vozilima. Ovim je prikazan uticaj transportnog procesa na proces održavanja vozila.

Tokom vremenskih perioda kada se na vozilima sprovode potrebne intervencije održavanja posmatrana vozila nisu raspoloživa za transportni proces i nalaze se u stanju „nespremno za rad“, (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995). Kako se vozila u stanju „nespremno za rad“ nalaze često u nepogodnim vremenskim periodima usled neefikasnog upravljanja procesom održavanja, razmatrana preduzeća poseduju određeni broj vozila „u rezervi“ (A_r) u cilju realizacije planiranih transportnih zadataka u posmatranom periodu. Tokom perioda sprovođenja potrebnih intervencija održavanja istovremeno se na vozilima odvija proces pozitivne promene tehničkog stanja, odnosno poboljšava se tehničko stanje vozila. Nakon realizacije intervencija održavanja posmatrana vozila prelaze u stanje „spremno za rad“ i postaju ponovo raspoloživa za obavljanje transportnog procesa.

U tom smislu, proces održavanja vozila predstavlja logističku podršku transportnom procesu koji treba da obezbedi obavljanje transportne usluge, kako bi se zadovoljili zahtevi klijenata i kako bi se ostvario profit. Najopštije posmatrano, cilj procesa održavanja je transformacija vozila iz stanja „nespremno za rad“ u stanje „spremno za rad“ kako bi ista bila raspoloživa za obavljanje transportnog procesa. Ovim je prikazan uticaj procesa održavanja vozila na transportni proces.

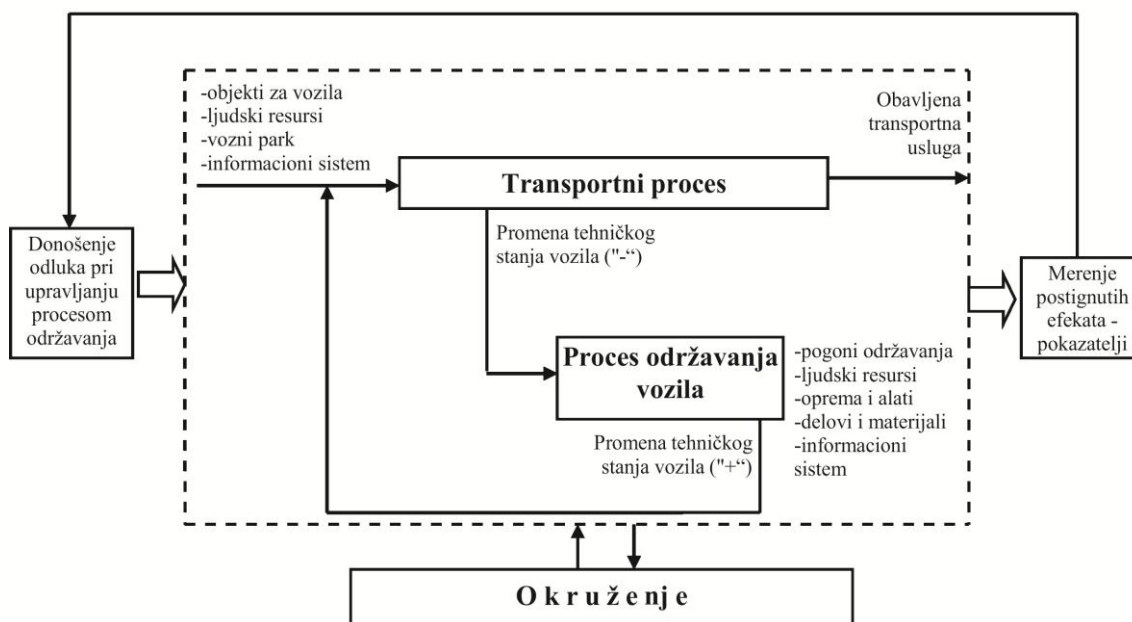
Pored toga, transportni proces i proces održavanja vozila deluju na okruženje, ali i okruženje utiče na odvijanje posmatrana dva procesa. Pod okruženjem se

podrazumevaju spoljašnji faktori, kao što su: zaštita životne sredine, bezbednost saobraćaja, stanje saobraćajne infrastrukture, saobraćajni uslovi na putu, odnos ponude i potražnje za transportnim zahtevima, klimatski uslovi, ekonomsko stanje društva i dr.

Utjecaji transportnog procesa i procesa održavanja vozila na okruženje mogu da se posmatraju u pogledu upotrebe tehničkih ispravnih vozila. Tehnička ispravnost vozila zavisi, između ostalog, od kvaliteta i učestalosti sprovedenih intervencija održavanja. To utiče na ispravno funkcionisanje vozila, odnosno na pouzdanost i bezbednost vozila, na sadržaj emisije štetnih izduvničkih gasova iz motora, na potrošnju goriva i ulja vozila itd., (Yamamoto, Madre i Kitamura, 2004). U tom smislu, cilj procesa održavanja vozila je da sprovođenjem pravovremenih i kvalitetnih intervencija održavanja utiče na smanjenje štetnog uticaja transporta i održavanja na okruženje. Ukoliko se za obavljanje transportnog procesa upotrebe tehnički neispravna vozila, usled neadekvatnih i nepravovremeno sprovedenih intervencija održavanja, to doprinosi negativnim pojavama na okruženje, kao što su npr. saobraćajne nezgode, saobraćajna zagušenja, pogoršanje kvaliteta vazduha, pogoršanje stanja saobraćajne infrastrukture, povećanje otpadnih materijala od vozila i sl. Pored toga, upotreba tehničkih neispravnih vozila može da utiče na pogoršanje kvaliteta transportne usluge. Ovim je prikazan zajednički uticaj transportnog procesa i procesa održavanja vozila na okruženje.

Kako bi se štetne pojave procesa transporta i održavanja na okruženje zadržale u izvesnoj meri pod kontrolom zakonski su propisane kontrolne intervencije na vozilima koje se sprovode na linijama tehničkog pregleda (TP) u zakonski utvrđenim momentima. Zakonski je propisano da vozila treba da su u tehnički ispravnom stanju tokom obavljanja transportnih zadataka i nakon sprovedenih intervencija održavanja. Ukoliko se na liniji tehničkog pregleda utvrdi da vozilo nije u tehnički ispravnom stanju, isto se povlači iz transportnog procesa i nije raspoloživo sve dok se ne otklone utvrđene neispravnosti. Ukoliko se ipak za transportni proces upotrebe tehnički neispravna vozila, uticaji okruženja manifestuju se kroz primenu kaznenih odredbi na preduzeća, prema odgovarajućim zakonima i pravilnicima. Pored toga, uticaji okruženja mogu da se ispoljavaju i u pogledu smanjenja potražnje društva za transportnom uslugom određenog preduzeća usled smanjenja kvaliteta njegove transportne usluge. Utjecaji okruženja na posmatrane procese obuhvataju takođe i uslove u kojima vozila

rade, kao što su saobraćajni uslovi na putu (saobraćajne gužve, uslovi gradske vožnje,...), klimatski uslovi (niske temperature, kiša, sneg, led,...), stanje saobraćajne infrastrukture (oštećen kolovoz, neispravno obeležena saobraćajna signalizacija, neobezbeđena opasna mesta na putu,...) i dr.



izvor: (Vujanović i ostali, 2012)

Slika 4.1: Šema međuzavisnosti transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja

Na osnovu gore prikazanog, može da se zaključi da je za efikasno upravljanje procesom održavanja voznih parkova neophodno objedinjeno posmatrati transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje.

4.2 Uslovi za nastanak poremećaja u procesu održavanja vozila

Prema radu (Papić, 1995), u realnim uslovima niz poremećaja utiče da vremenski period realizacije određenog zahteva za održavanjem bude drugačiji od izračunatog, tehnološki neophodnog, odnosno planiranog vremenskog perioda za realizaciju tog zahteva.

Najintenzivnije poremećaje, prema (Papić, 1995), izaziva: odsustvo odgovarajućeg radnika u trenutku kada je potreban; nedostatak potrebnih rezervnih delova ili materijala u momentu kada su oni nužni; nedostatak potrebne energije u momentu kada je neophodna; neispravnosti i otkazi na opremi, koja nema odgovarajuću zamenu, u periodu kad je potrebna; poremećaji u organizaciji izazvani drugim poremećajima ili poremećajima u okruženju preduzeća; neispravnosti u informacionom sistemu (ne stižu tačne informacije pravovremeno gde treba). Karakteristika navedenih poremećaja je da su stohastički, kako po momentu pojave, tako i po intenzitetu delovanja na proces održavanja.

Pored navedenih poremećaja poseban problem pri upravljanju procesom održavanja predstavlja vremenska neusklađenost zahteva za održavanjem sa zahtevima OPR-a, uz uvažavanje zahteva okruženja. U cilju izbegavanja ove neusklađenosti poseban značaj ima integrirano upravljanje procesom održavanja voznih parkova.

Kao što je navedeno, jedan od ciljeva procesa održavanja je transformacija vozila iz stanja „nespremno za rad“ u stanje „spremno za rad“ kako bi ista bila raspoloživa za obavljanje transportnih zadataka. Međutim, zahtevi za održavanjem vozila ispostavljaju se stohastički, često u nepredvidljivim vremenskim momentima usled neplaniranih otkaza i neispravnosti na vozilima. Zbog toga je često u određenom periodu posmatranja nepredvidiv i rad kojeg je potrebno uložiti za obavljanje intervencija održavanja, kako po obimu, tako i po strukturi.

Nepoznavanje obima i strukture potrebnog rada u održavanju u posmatranom periodu može izazvati poremećaje u procesu održavanja vozila, kao što su:

- nedostatak kapaciteta i resursa sopstvenih pogona održavanja u potrebnim periodima, prema zahtevima OPR-a i okruženja,
- nemogućnost specijalizovanih servisa da intervencije održavanja na vozilima obave u potrebnim periodima, prema zahtevima OPR-a i okruženja.

Navedeni poremećaji dovode do pojave odstupanja ostvarenih od planiranih vremenskih perioda tokom kojih se vozila nalaze u stanju „nespremno za rad“. Posmatrana vremenska odstupanja mogu da se ispoljavaju na sledeća dva načina:

1. ostvareni vremenski period tokom kojeg vozilo nije raspoloživo za rad je duži od planiranog perioda (ukoliko je ostvareni vremenski period kraći od planiranog, to se ne smatra za poremećaj),
2. ostvareni vremenski momenti isključenja i ponovnog uključanja vozila u transportni proces nisu identični, odnosno ne poklapaju se sa planiranim vremenskim momentima (ukoliko je vremenski momenat uključanja vozila u transportni proces nastupio pre planiranog momenta, to se ne smatra za poremećaj).

Navedena odstupanja mogu da nepovoljno utiču na racionalnu i efikasnu realizaciju transportnih zadataka usled nepostojanja raspoloživog vozila pogodne KE grupe u stanju „spremno za rad“ u potrebnim periodima, prema zahtevima OPR-a i okruženja.

Broj događaja i ukupno vreme odstupanja ostvarenih od planiranih vremenskih perioda tokom kojih se vozila nalaze u stanju „nespremno za rad“ u nekom periodu posmatranja u velikoj meri zavise od efikasnog upravljanja procesom održavanja. Kako bi se broj navedenih vremenskih odstupanja sveo na minimum i time doprinelo racionalnom i efikasnom radu voznog parka u narednom poglavlju prikazaće se osnovni kriterijumi za integrirano upravljanje procesom održavanja.

4.3 Kriterijumi za integrirano upravljanje procesom održavanja

Cilj integriranog upravljanja održavanjem voznih parkova je da se u potrebnim periodima obezbedi neophodan broj vozila u stanju „spremno za rad“ pogodnih KE grupa za realizaciju transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a i okruženja.

Prilikom integriranog upravljanja procesom održavanja na operativnom nivou nastoji se uskladiti PO sa zahtevima OPR-a i okruženja. Prema tome, nastoji se ostvariti:

- da se potrebne intervencije održavanja na vozilu određene KE grupe isplaniraju i obave u periodu kada postoji dovoljno raspoloživih drugih vozila iste KE grupe za obavljanje transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a i okruženja,
- da se potrebne intervencije održavanja na vozilu obave bez vremenskih odstupanja, odnosno bez neplaniranog produženja vremenskog perioda vozila u stanju „nespremno za rad“ kako bi isto vozilo bilo ponovo raspoloživo za rad u potrebnom momentu, prema zahtevima OPR-a i u skladu sa okruženjem.

U tom smislu, neophodno je aktivnosti upravljanja održavanjem sprovesti u potrebnim vremenskim momentima i prilagoditi ih zahtevima transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja.

Pošto su vozni parkovi u posmatranim preduzećima najčešće heterogeni, neka se sa a_j^k označi j -to vozilo koje pripada k -toj KE grupi koja ima m vozila, pri čemu vozni park ima ukupno T KE grupa. Ukupan broj vozila u voznom parku, odnosno inventarski broj vozila (A_i) može da se prikaže kao:

$$A_i = \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^m a_j^k \quad (1)$$

Inventarski broj vozila (A_i) predstavlja broj koji nije promenljiv u kratkom vremenskom periodu posmatranja (čas, dan i sl.) jer se polazi od pretpostavke da se u tako kratkom periodu ne nabavljaju nova i ne rashoduju ili ne prodaju postojeća vozila.

Navedeni poremećaji u procesu održavanja uslovljavaju da inventarski broj vozila (A_i) bude najčešće veći od neophodnog broja vozila (A_n), kako bi se obavili planirani transportni (radni) zadaci, (Papić i Popović, 1983), odnosno:

$$A_i \geq A_n \quad (2)$$

Prema cilju integrisanog upravljanja procesom održavanja, pored zadovoljenja izraza (2), neophodno je u planiranim vremenskim periodima obezbediti odgovarajući broj vozila u stanju „spremno za rad“ po pogodnim KE grupama kako bi se obezbedio broj

vozila A_n za racionalnu i efikasnu realizaciju planiranih transportnih zadataka. Neka u voznom parku ima T KE grupa i m vozila u k -toj KE grupi, onda u proizvoljnom vremenskom momentu t ima A_s^k vozila k -te KE grupe u stanju „spremno za rad“, odnosno:

$$A_s^k = f(t), \quad \text{gde je: } A_s^k(t) = (0,1,2, \dots, m); \quad k = (1,2, \dots, T), \quad (3)$$

Prema izrazu (3), broj vozila A_s^k može da uzme vrednosti od 0 do m , u zavisnosti od vremenskog momenta t . Broj vozila A_s^k zavisi od ispostavljenih zahteva za održavanjem, ali i od zahteva okruženja. Prema (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995), ukupan broj vozila u stanju „spremno za rad“ (A_s) je slučajan broj i zavisn od vremena, pa se može reći da je stanje sistema u pogledu spremnosti vozila za rad određeno diskretnim slučajnim procesom, u oznaci $A_s(t)$. Na osnovu izraza (3), u proizvoljnom vremenskom momentu t broj vozila A_s može da se prikaže kao:

$$A_s(t) = \sum_{k=1}^T A_s^k(t) \quad (4)$$

Poznavanjem zahteva OPR-a i okruženja moguće je odrediti neophodan broj vozila (A_n^k) koji pripadaju k -toj KE grupi od m vozila za realizaciju planiranih transportnih zadataka u proizvoljnom vremenskom momentu t , pri čemu vozni park poseduje ukupno T KE grupa. Broj vozila A_n^k u proizvoljnom vremenskom momentu t može da se prikaže kao:

$$A_n^k = f(t), \quad \text{gde: } A_n^k(t) = (0,1,2, \dots, m); \quad k = (1,2, \dots, T), \quad (5)$$

Iz izraza (5) uočava se da broj vozila A_n^k iz k -te KE grupe za realizaciju planiranih transportnih zadataka može da uzme vrednosti od 0 do m , u zavisnosti od vremenskog momenta t . Ukupan broj neophodnih vozila (A_n) određen je prema zahtevima OPR-a i okruženja i zavisi od vremena. Prema (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995), ukupan neophodan broja vozila određen je diskretnim procesom, u oznaci $A_n(t)$, što na osnovu izraza (5) može da se prikaže kao:

$$A_n(t) = \sum_{k=1}^T A_n^k(t) \quad (6)$$

Na osnovu izraza (6) može da se odredi najveći neophodan broj vozila (A_{nmax}) u definisanom periodu posmatranja s , odnosno:

$$A_{nmax} = \max(A_n(t)), \quad t \in (0, s) \quad (7)$$

Prema (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995), polazeći od pretpostavke da je na nivou upravljanja transportnim procesom određen broj vozila $A_n(t)$, potrebno je upravljati procesom $A_s(t)$ sa ciljem da se tokom perioda posmatranja s postigne:

$$A_s(t) \geq A_n(t), \quad t \in (0, S) \quad (8)$$

Međutim, prema cilju integrisanog upravljanja procesom održavanja potrebno je upravljati procesom $A_s(t)$, ali u odnosu na pogodne KE grupe vozila za rad. U tom smislu, na osnovu izraza (3) i (5) potrebno je obezbediti da u periodu posmatranja s broj vozila A_s^k bude veći ili jednak od broja vozila A_n^k za realizaciju transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a i okruženja, kako bi se ostvarili definisani ciljevi preduzeća:

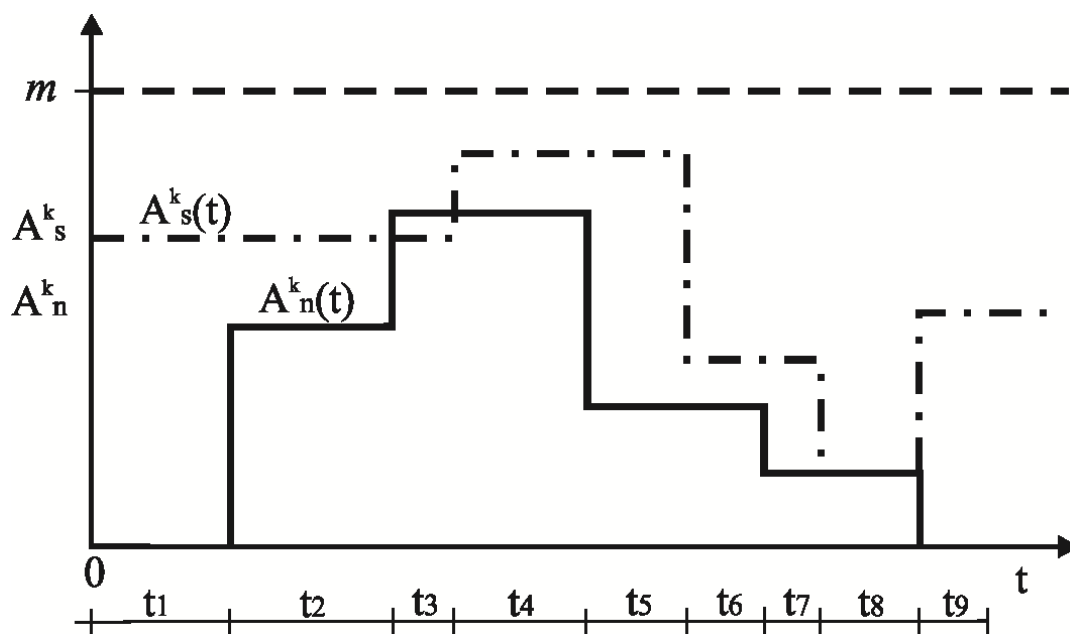
$$A_s^k(t) \geq A_n^k(t), \quad k = (1, 2, \dots, T), \quad t \in (0, s) \quad (9)$$

Autori u radovima (Papić i Popović, 1983), (Papić, 1995), jednako predstavljaju kriterijum pod izrazom (9), ali ne uzimaju u obzir i zahteve okruženja.

U izrazu (9) polazi se od pretpostavke da je period strpljivosti (Δt) jednak nuli tj. nema čekanja na vozila pogone KE grupe zbog sprovođenja intervencija održavanja ili zbog povratka vozila sa prethodnog transportnog zadatka i sl. U praksi, međutim, period strpljivosti često postoji i može nepovoljno uticati na kvalitet obavljanja transportne usluge.

Ukoliko zbog poremećaja u procesu održavanja nije moguće ispoštovati kriterijum prikazan izrazom (9), za realizaciju transportnih zadataka se odabiru vozila koja pripadaju drugim, manje pogodnim KE grupama, pogotovo u pogledu iskorišćenja tovarnog prostora vozila. Međutim, to utiče na smanjenje iskorišćenja tovarnog prostora vozila, a time i na povećanje troškova eksploatacije, (Vujanović i ostali, 2010).

Na slici 4.2 dat je prikaz mogućeg odnosa broja vozila A_s^k i broja vozila A_n^k za realizaciju planiranih transportnih zadataka, u zavisnosti od vremena, pri čemu k -ta KE grupa ima m vozila. Kao što se vidi na slici 4.2 tokom vremenskog perioda t_3 manji je broj vozila A_s^k od broja vozila A_n^k za realizaciju planiranih transportnih zadataka. U tom slučaju se za rad koriste raspoloživa slobodna vozila drugih manje pogodnih KE grupa, ukoliko postoje, ili se čeka da određeno vozilo k -te KE grupe postane „spremno za rad“.

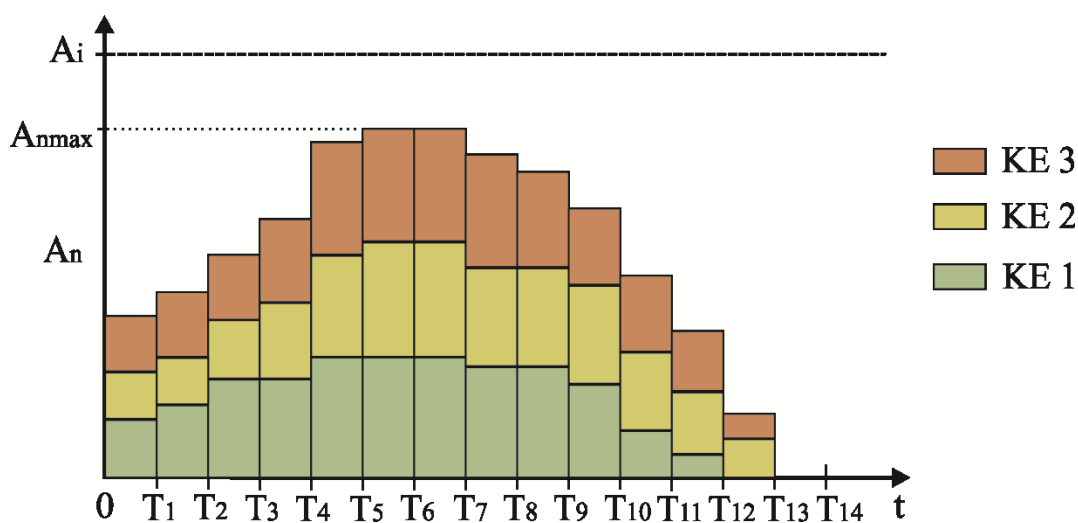


Slika 4.2: Prikaz broja vozila u stanju „spremno za rad“ i neophodnog broja vozila za rad k -te KE grupe, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremena

Kako bi se uključio kriterijum prikazan izrazom (9) polazi se od pretpostavke da je poznat OPR po kome radi vozni park i da su uvaženi zahtevi okruženja. Prema tome, moguće je u toku radnog dana odrediti neophodan broj vozila za rad po KE grupama, po definisanim kraćim vremenskim intervalima (npr. 15 min., 30 min., 60 min.). Primer takvog prikaza dat je na slici 4.3, gde se najveći neophodan broj vozila za rad (A_{nmax})

nalazi u periodima između momenata T_5 i T_7 . Pri tome, može da se uoči i neophodan broj vozila za rad prema KE grupama, po definisanim kraćim vremenskim intervalima.

Poznavanje broja vozila A_n^k po kraćim vremenskim intervalima (slika 4.3) predstavlja dobru osnovu za određivanje dozvoljenih vremenskih perioda u toku dana za sprovođenje potrebnih intervencija održavanja na vozilima. Pored toga, na osnovu poznavanja broja A_n^k po kraćim vremenskim intervalima može da se odredi dozvoljeni broj vozila po KE grupama koji u određenim vremenskim periodima mogu biti u stanju „nespremno za rad“ (D_{nsr}^k) zbog sprovođenja intervencija održavanja. To je od velikog značaja za sprovođenje aktivnosti planiranja procesa održavanja, odnosno za izradu „Plana održavanja“ (slika 2.4) jer je pored poznavanja vremenskih perioda pogodnih za sprovođenje potrebnih intervencija održavanja poznat i dozvoljeni broj vozila po KE grupama, koji mogu biti u stanju „nespremno za rad“, a da se pri tome obave svi planirani transportni zadaci.



Slika 4.3: Prikaz neophodnog broja vozila za rad po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja

Pošto se broj vozila A_n^k određuje u zavisnosti od zahteva OPR-a i okruženja, prema izrazu (5), onda se i dozvoljeni broj vozila k -te KE grupe koji se mogu nalaziti u stanju „nespremno za rad“ zbog sprovođenja intervencija održavanja (D_{nsr}^k), a da se pri tome realizuju svi planirani transportni zadaci, može odrediti na osnovu izraza (5). Neka u proizvoljnom vremenskom momentu t neophodan broj vozila za rad iz k -te KE grupe sa

m vozila iznosi A_n^k , onda u istom vremenskom momentu t dozvoljeni broj vozila k -te KE grupe koji se mogu nalaziti u stanju „nespremno za rad“ zbog sprovođenja intervencija održavanja, a da se pri tome realizuju svi planirani transportni zadaci, iznosi D_{nsr}^k i može da se prikaže kao:

$$D_{nsr}^k = f(t) = m - A_n^k(t), \text{ gde je: } D_{nsr}^k(t) = (0, 1, 2, \dots, m); k = (1, 2, \dots, T), (10)$$

Iz izraza (10) uočava se da broj vozila D_{nsr}^k može da uzme vrednosti od 0 do m , u zavisnosti od vremenskog momenta t . Ukupan dozvoljeni broj vozila koji mogu biti u stanju „nespremno za rad“ zbog sprovođenja intervencija održavanja (D_{nsr}) zavisi od vremena, od zahteva OPR-a i okruženja, te je određen diskretnim procesom, u oznaci $D_{nsr}(t)$, što može da se prikaže kao:

$$D_{nsr}(t) = \sum_{k=1}^T D_{nsr}^k(t) \quad (11)$$

Na osnovu izraza (11) može da se tokom perioda posmatranja s u proizvoljnom vremenskom momentu t odredi maksimalan dozvoljeni broj vozila koji prema zahtevima OPR-a i okruženja mogu biti u stanju „nespremno za rad“ (D_{nsrmax}) zbog sprovođenja intervencija održavanja, odnosno:

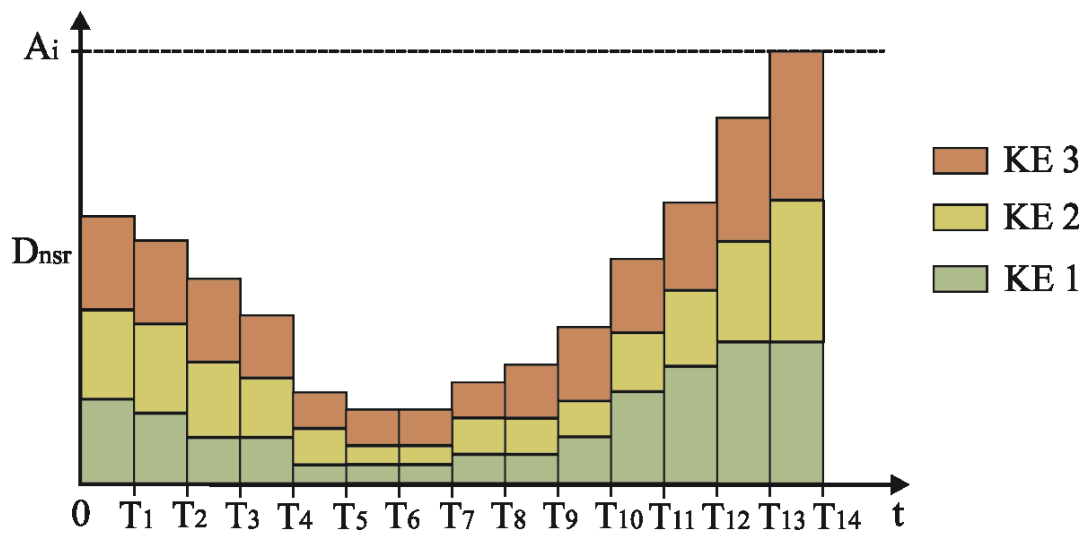
$$D_{nsrmax} = \max(D_{nsr}(t)), \quad t \in (0, s) \quad (12)$$

Na osnovu prikaza broja vozila A_n^k (slika 4.3) može da se u toku radnog dana prikaže i broj vozila D_{nsr}^k po definisanim kraćim vremenskim intervalima (npr. 15 min., 30 min., 60 min.), a da se pri tome ispune zahtevi OPR-a i okruženja (slika 4.4). Na slici 4.4 uočava se da se broj vozila D_{nsrmax} nalazi između momenata T_{13} i T_{14} i jednak je inventarskom broju vozila (A_i), odnosno tada nisu potrebna vozila za rad. U periodima između momenata T_5 i T_7 nije povoljno da se sprovedu intervencije održavanja pošto je neophodan najveći broj vozila za rad (A_{nmax}), prema zahtevima OPR-a i okruženja.

Međutim, stvarni broj vozila koji se nalaze u stanju „nespremno za rad“ iz k -te KE grupe (A_{nsr}^k) najčešće se u proizvoljnom vremenskom momentu t razlikuje od broja

vozila D_{nsr}^k . Neka u voznom parku od T KE grupa u k -toj KE grupi ima ukupno m vozila, onda na osnovu izraza (3) u proizvoljnom vremenskom momentu t ima A_{nsr}^k vozila iz k -te KE grupe u stanju „nespremno za rad“, što može da se prikaže kao:

$$A_{nsr}^k = f(t) = m - A_s^k(t), \text{ gde je: } A_{nsr}^k(t) = (0,1,2, \dots m); k = (1,2, \dots T), \quad (13)$$



Slika 4.4: Prikaz dozvoljenog broja vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja

Iz izraza (13), kao i na osnovu slike 4.2 uočava se da broj vozila A_{nsr}^k zavisi od ukupnog broja vozila iz k -te KE grupe i može u zavisnosti od vremenskog momenta t da uzme vrednosti od 0 do m . Ukupan broj vozila u stanju „nespremno za rad“ (A_{nsr}) je slučajan broj koji zavisi od vremena i koji je određen diskretnim slučajnim procesom, $A_{nsr}(t)$:

$$A_{nsr}(t) = \sum_{k=1}^T A_{nsr}^k(t) \quad (14)$$

U okviru upravljanja procesom održavanja potrebno je sprovesti aktivnosti na takav način da u svakom proizvodnom vremenskom momentu t budu zadovoljeni kriterijumi prikazani izrazima:

$$D_{nsr}(t) \geq A_{nsr}(t), \text{ za svako } t \in \{0, \infty\}, \quad (15)$$

$$D_{nsr}^k(t) \geq A_{nsr}^k(t), \text{ za svako } t \in \{0, \infty\}, \quad k = (1, 2 \dots T), \quad (16)$$

Međutim, ukoliko je u svakom vremenskom momentu t zadovoljen kriterijum pod (15), a nije zadovoljen kriterijum prikazan izrazom (16), to rezultira realizacijom svih planiranih transportnih zadataka u posmatranom periodu, ali često sa vozilima manje pogodnih KE grupa, pogotovo sa aspekta iskorišćenja tovarnog prostora vozila. To utiče na povećanje troškova eksploatacije usled veće potrošnje goriva voznog parka po obavljenom transportnom radu, (Vujanović i ostali, 2010).

Ispunjenost kriterijuma integrisanog upravljanja prikazanih izrazima (9) i (16) omogućava u potrebnim vremenskim momentima raspolaganje sa vozilima koja su u stanju „spremno za rad“ iz pogodnih KE grupa, prema zahtevima OPR-a i okruženja. To utiče na racionalnu i efikasnu realizaciju planiranih transportnih zadataka u posmatranom periodu, čime je zadovoljen definisani cilj preduzeća.

Na osnovu slike 4.3 i prema izrazu (6) uočava se razlika između brojeva vozila A_i i A_n , koja predstavlja broj vozila „u rezervi“ (A_r) u funkciji vremena. Međutim, na osnovu izraza (7) broj vozila A_r tokom perioda posmatranja s predstavlja razliku vozila A_i i A_{nmax} , odnosno:

$$A_r = A_i - A_{nmax} \quad (17)$$

Prema autoru (Papić, 1995), vrednost broja vozila A_r zavisi od dužine, položaja u vremenu i učestalosti vremenskog perioda u kojem je vozilo u stanju „nespremno za rad“ i dužine i položaja planiranog vremenskog perioda za obavljanje transportnih zadataka.

U tom smislu, upravljanje procesom održavanja utiče na vrednost broja vozila A_r . Što je upravljanje procesom održavanja voznih parkova efikasnije, povećava se verovatnoća postojanja nepotrebnog viška vozila u odnosu na zahteve OPR-a i okruženja. Time se

stvaraju uslovi za smanjenjem postojeće veličine voznog parka, odnosno potreban je manji broj vozila A_r kako bi se realizovali svi transportni zadaci iz OPR-a i zadovoljili zahtevi okruženja. Obrnuto, ukoliko je neefikasno upravljanje održavanjem, potreban je veći broj vozila A_r kako bi se zadovoljili zahtevi OPR-a i okruženja. Poštovanjem kriterijuma u izrazima (9) i (16) utiče se na smanjenje broja vozila A_r , a time i na smanjenje veličine voznog parka, čime su manji troškovi kapaciteta voznog parka (troškovi registracije, osiguranja i sl.) i troškovi održavanja po jedinici transportnog rada. Teoretski, moguć je i slučaj kada je broj vozila A_r jednak nuli. Međutim, pitanje je da li su uložena sredstva u tom slučaju manja od dobijenih efekata.

Rezultat integriranog upravljanja procesom održavanja voznog parka je racionalno i efikasno obavljena transportna usluga sa energetske efikasnim vozilima, čime se zadovoljavaju zahtevi klijenata i ostvaruje veći profit. Pored toga, za efikasno upravljanje održavanjem neophodno je stalno merenje postignutih efekata od primene određenih mera poboljšanja uz pomoć pogodnih pokazatelja. U tom smislu, u narednom poglavlju definiše se pokazatelji, kao i metodologija za integrirano upravljanje procesom održavanja vozničkih parkova.

5. METODOLOGIJA ZA INTEGRISANO UPRAVLJANJE PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH PARKOVA

U okviru metodologije za upravljanje procesom održavanja vozniĥ parkova integrisano će se posmatrati procesi transporta i održavanja, kao i njihovo okruženje, uz uslov zadovoljavanja kriterijuma prikazaniĥ u taĥki 4.3.

Za sprovođenje posmatrane metodologije upotrebiće se PBM koncepcija održavanja koja je prikazana u taĥki 3.3. U tom smislu, u okviru ovog poglavlja definišaće se relevantni pokazatelji procesa održavanja, transportnog procesa i okruženja u cilju sprovođenja integrisanog upravljanja procesom održavanja vozniĥ parkova. Kombinovanom upotrebom metoda DEMATEL i ANP izraĥunaće se teŹinski faktori odabraniĥ pokazatelja za postizanje definisanog cilja. Kao rezultat, razvijen je model sa rangiranim pokazateljima po vaŹnosti u odnosu na ostvarivanje definisanog cilja. Na osnovu modela omogućeno je ocenjivanje rukovodioca u pogledu efikasnosti upravljanja održavanjem vozniĥ parkova, Źto je objavljeno u radu (Vujanović i ostali, 2012).

Polazeći od kriterijuma integrisanog upravljanja navedeniĥ u taĥki 4.3 i primenjujući osnovne principe PBM koncepcije, uz korišćenje razvijenog modela sa teŹinskim faktorima odabraniĥ pokazatelja, prikazaće se neophodne faze u okviru metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja vozniĥ parkova.

5.1 Definisane pokazatelja upravljanja održavanjem vozni parkova

Kako je reč o integrisanom upravljanju održavanjem, kao i zbog primene principa PBM koncepcije, neophodno je da se odrede pokazatelji koji se odnose na oblasti transportnog procesa, procesa održavanja i okruženja. U tom smislu, analizom relevantne literature definisani su pogodni pokazatelji upravljanja procesom održavanja drumskih vozni parkova, što je objavljeno u radu (Vujanović i ostali, 2012).

Autori u radu (Papić, Medar i Pejčić-Tarle, 1999), koriste simulacioni i AHP metod za određivanje najpovoljnije strategije održavanja voznog parka, a kao pogodan pokazatelj upotrebljavaju, između ostalih, „Procenat realizacije OPR-a“ (T_1). Pokazatelj T_1 predstavlja procenat ostvarenih transportnih zadataka u odnosu na sve planirane transportne zadatke (u tona-kilometrima) iz OPR-a u posmatranom periodu. Vrednost ovog pokazatelja utiče na ostvareni prihod preduzeća. U radu (Milosavljević i ostali, 1996), autori prikazuju model sa primenom teorije rasplinutih fazi skupova u procesu raspoređivanja vozila na transportne zadatke iz OPR-a. U radu su prikazane različite varijante raspoređivanja vozila na transportne zadatke, a kao pokazatelj za vrednovanje ovih varijanti upotrebljen je pokazatelj T_1 . U radu (Li, Mirchandani i Borenstein, 2009), autori istražuju problem preraspoređivanja vozila na radne zadatke u slučaju otkaza vozila, pri čemu je jedan od kriterijuma maksimiziranje realizacije transportnih zahteva, odnosno maksimiziranje pokazatelja T_1 . U radu (Haghani i Shafahi, 2002), autori prikazuju nekoliko formi za rešavanje problema raspoređivanja vozila na održavanje, gde je usvojeni kriterijum minimiziranje poremećaja pri realizaciji OPR-a, odnosno maksimiziranje pokazatelja T_1 .

Povećanje energetske efikasnosti voznog parka predstavlja jedan od efekata efikasnog upravljanja procesom održavanja. Značajnije povećanje energetske efikasnosti moguće je ostvariti boljim iskorišćenjem tovarnog prostora vozila, (Vujanović i ostali, 2010). U tom smislu, pogodan pokazatelj za upravljanje procesom održavanja koji utiče na energetske efikasnost voznog parka je „Iskorišćenje korisne nosivosti vozila“ (T_2). Pokazatelj T_2 predstavlja procenat prevezene količine tereta u odnosu na prevezeni teret koji iznosi 100% korisne nosivosti vozila (u tona-kilometrima) u posmatranom periodu.

Takođe, prema autoru (McKinnon, 1999), iskorišćenje korisne nosivosti vozila predstavlja odnos prevezene količine tereta (u tona-kilometrima) i maksimalno moguće prevezene količine tereta kada bi vozilo bilo popunjeno do 100% svoje korisne nosivosti. Autor u radu (McKinnon, 1999), konstatuje da su mere u okviru poboljšanja iskorišćenja korisne nosivosti vozila jedne od najvažnijih za povećanje energetske efikasnosti voznog parka. Autori u radu (Vujanović i ostali, 2010), prikazuju kako se poboljšanjem pokazatelja T_2 postiže smanjenje specifične potrošnje goriva po jedinici ostvarenog transportnog rada - q_t (u lit./100 tkm), odnosno smanjenje ukupne količine utrošenog goriva voznog parka za planirani obim transportnog rada, čime se smanjuju troškovi transporta. Autori u radu (Vujanović i ostali, 2011), prikazuju značaj poboljšanja pokazatelja T_2 na povećanje energetske efikasnosti voznog parka pri upravljanju procesom održavanja voznog parka. Takođe i autori u radovima (Kamakaté i Schipper, 2009), (Ruzzenenti i Basosi, 2009), ukazuju na veliki potencijal u oblasti iskorišćenja tovarnog prostora vozila na povećanje energetske efikasnosti.

U radu (Papić, Medar i Pejčić-Tarle, 1999), autori prikazuju značajne uštede u potrebnom broju vozila za realizaciju OPR-a primenom više različitih strategija održavanja, u odnosu na postojeće stanje. To dovodi do značajnih ušteda u energiji i materijalu za približno istu vrednost pokazatelja T_1 kao u postojećem stanju. Prikazane uštede u radu predstavljaju dobru osnovu za upotrebu pokazatelja „Iskorišćenje voznog parka“ (T_3). Pokazatelj T_3 predstavlja procenat najvećeg neophodnog broja vozila za realizaciju OPR-a u ukupnom inventarskom broju vozila u posmatranom periodu. Ostvarena razlika predstavlja broj vozila „u rezervi“ (A_r) koja se koriste za rad, kao zamena za vozila na održavanju. Prema radu (Haghani i Shafahi, 2002), efikasnim raspoređivanjem vozila na održavanje potreban je manji broj vozila „u rezervi“ kako bi se uspešno realizovao planirani transportni rad, čime se poboljšava pokazatelj T_3 . To utiče na smanjenje troškova kapaciteta voznog parka i troškova eksploatacije.

Autori u literaturi (Mobley, Higgins i Wikoff, 2008), konstatuju da se pri analizama o pouzdanosti uređaja može upotrebiti pokazatelj „Srednje vreme do otkaza“ (M_1). Izračunava se iz odnosa časova rada (ili pređenih kilometara) vozila i broja otkaza i neispravnosti u posmatranom periodu. Ako se poboljša pokazatelj M_1 može se očekivati veća pouzdanost vozila. Time je poboljšana i bezbednost vozila. Autori u radu (Parida i

Kumur, 2009), konstatuju da pokazatelj M_1 predstavlja jedan od važnih indikatora za merenje produktivnosti procesa održavanja. Autor u radu (Norat, 2008), svrstava pokazatelj M_1 u ključne pokazatelje procesa održavanja.

Kao ključne pokazatelje procesa održavanja, autor u radu (Norat, 2008), svrstava i pokazatelj „Srednje vreme za opravku“. Prema autorima (Mobley, Higgins i Wikoff, 2008), navedeni pokazatelj predstavlja meru za stepen održavanosti sistema, odnosno vozila u ovom slučaju. Izračunava se iz odnosa ukupnih časova rada potrebnih za izvršenje intervencija opravki i ukupnog broja otkaza i neispravnosti u posmatranom periodu, (Parida i Kumur, 2009). Međutim, sa aspekta upravljanja procesom održavanja vozni parkova posebno je interesantan pokazatelj „Srednje vreme vozila u stanju nespremno za rad“ (M_2). Ovaj pokazatelj se izračunava iz odnosa ukupnih časova kada vozila nisu bila raspoloživa za rad i broja otkaza i neispravnosti u posmatranom periodu. Za razliku od pokazatelja „Srednje vreme za opravku“, pri izračunavanju pokazatelja M_2 uzima se u obzir i potrebno vreme pripreme za obavljanje intervencija opravki (čekanje na rezervni deo, na slobodnog radnika, na slobodno radno mesto u radionici itd.), kao i eventualno potrebno vreme za odlazak vozila od preduzeća do pogona za održavanje i nazad.

Koristan alat pri upravljanju procesom održavanja predstavlja dokument „Plan održavanja“ (PO), (Maróti i Kroon, 2005), (Momčilović, Papić i Vujanović, 2007). PO je dokument koji koriste rukovodioci kada donose odluke o planiranim mestima i vremenskim momentima za izvođenje potrebnih intervencija održavanja na vozilima. Kao pogodan pokazatelj za merenje efikasnosti pri sprovođenju PO-a u okviru upravljanja procesom održavanja pojavljuje se „Realizacija PO-a“ (M_3). Pokazatelj M_3 predstavlja procenat radnih naloga izvršenih prema zahtevima PO-a u odnosu na ukupan broj radnih naloga iz PO-a u posmatranom periodu. Pokazatelj M_3 slično predstavljaju i autori u radovima (Arts, Knapp i Mann, 1998), (Dhillon, 2002). Autor u radu (Norat, 2008), svrstava pokazatelj M_3 u ključne pokazatelje procesa održavanja.

Kao pogodan pokazatelj u okviru upravljanja procesom održavanja može da se upotrebi „Procenat planiranog održavanja“ (M_4). Prema autorima u radu (Arts, Knapp i Mann, 1998), pokazatelj M_4 predstavlja procenat rada (u radnik-časova) na radnim naložima

usled planiranih zahteva za održavanjem u odnosu na ukupan rad na svim radnim nalozima u posmatranom periodu. Prema autorima (Mobley, Higgins i Wikoff, 2008), sa povećanjem procenta planiranog održavanja smanjuje se procenat održavanja usled neplaniranih iznenadnih zahteva, što utiče na smanjenje troškova održavanja. Povećavanjem procenta planiranog održavanja omogućava se efikasnije upravljanje održavanjem usled veće mogućnosti za integriranje transportnog procesa i procesa održavanja vozila, čime se povećava energetska efikasnost voznog parka, (Vujanović i ostali, 2011).

Sa aspekta uticaja okruženja na upravljanje procesom održavanja voznih parkova može da se upotrebi pokazatelj „Procenat tehničke ispravnosti voznog parka“ (E_1). Pokazatelj E_1 predstavlja procenat tehnički ispravnih vozila na liniji tehničkog pregleda (TP) u pogledu bezbednog funkcionisanja vozila i dozvoljene emisije izduvnih gasova u odnosu na ukupan broj vozila koji su kontrolisani na liniji TP-a u posmatranom periodu. U radu (Bin, 2003), autor prikazuje procenat proizvođača drumskih vozila koji nisu zadovoljili granice emisije izduvnih gasova na kontrolnom pregledu. Ove vrednosti se kreću oko 4-10% od ispitanog broja vozila. Autori u radu (Christensen i Elvik, 2007), konstatuju da se broj tehničkih neispravnosti na vozilu smanjuje ako se poveća broj obavljenih kontrolnih pregleda u određenom periodu posmatranja.

Pored pokazatelja E_1 , sa aspekta okruženja pogodan je i pokazatelj „Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu“ (E_2). Pokazatelj E_2 predstavlja procenat vozila pri udesu koji su tehnički ispravni u pogledu bezbednosnih sistema na vozilu (npr. kočioni sistem, sistem upravljanja, sistem oslanjanja, sistem osvetljenja vozila itd.) u odnosu na ukupan broj vozila u udesu u posmatranom periodu. U radu (Randhawa i ostali, 1998), autori konstatuju da je tehnička neispravnost na komercijalnim vozilima razlog kod 5% posmatranih saobraćajnih nezgoda. Autori u radu (Rechnitzer, Haworth i Kowadlo, 2000), daju pregled rezultata obavljenih studija koji su utvrđivali uticaj tehničkog stanja vozila na saobraćajne nezgode, pri čemu je tehnička neispravnost na vozilima učestvovala kao razlog u 3% obuhvaćenih saobraćajnih nezgoda.

U tabeli 5.1 prikazani su relevantni pokazatelji upravljanja procesom održavanja voznih parkova u okviru oblasti transportnog procesa, procesa održavanja i okruženja.

Tabela 5.1: Pokazatelji upravljanja procesom održavanjem voznih parkova

Međuzavisne oblasti	Pokazatelji	Definicija pokazatelja
1. Transportni proces – T_P	Procenat realizacije Operativnog plana rada (OPR) – T₁	T₁ = (broj realizovanih tona-kilometara, prema OPR-u / broj planiranih tona-kilometara, prema OPR-u) * 100
	Iskorišćenje korisne nosivosti vozila – T₂	T₂ = (broj realizovanih tona-kilometara / broj tona-kilometara sa 100% iskorišćenja) * 100
	Iskorišćenje voznog parka – T₃	T₃ = (broj neophodnih vozila za rad / ukupan broj vozila) * 100
2. Proces održavanja vozila – M_P	Srednje vreme do otkaza – M₁	M₁ = broj realizovanih kilometara vozila / broj otkaza i neisparavnosti
	Srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“ – M₂	M₂ = časovi vozila u stanju „nespremno za rad“ / broj otkaza i neisparavnosti
	Realizacija Plana održavanja – M₃	M₃ = (broj obavljenih radnih naloga, prema zahtevima Plana održavanja / ukupan broj radnih naloga iz Plana održavanja) * 100
	Procenat planiranog održavanja – M₄	M₄ = (broj radnih naloga od planiranih zahteva / ukupan broj radnih naloga) * 100
3. Okruženje – E	Procenat tehničke ispravnosti voznog parka – E₁	E₁ = (broj tehnički ispravnih vozila na liniji TP-a / ukupan broj kontrolisanih vozila na liniji TP-a) * 100
	Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu – E₂	E₂ = (broj vozila pri udesu sa tehnički ispravnim bezbednosnim sistemima na vozilu / ukupan broj vozila u udesu) * 100

Definisani pokazatelji upravljanja ocenjeni su u pogledu pogodnosti za merenje efekata od primenjenih mera poboljšanja. Obavljeno je anketiranje 20 eksperata iz oblasti upravljanja radom i održavanjem drumskih voznih parkova. Eksperti su sa ocenom od 1 do 5 ocenili definisane pokazatelje upravljanja (ocena 1 za nedovoljnu pogodnost, a ocena 5 za odličnu pogodnost pokazatelja). Kao rezultat, dobijena je prosečna ocena za svaki od pokazatelja. Rezultati sprovedene ankete dati su u prilogu 1.

5.2 Izračunavanje težinskih faktora definisanih pokazatelja upotrebom DEMATEL i ANP metoda

Kao što je navedeno, u cilju postizanja efikasnog upravljanja procesom održavanja voznih parkova potrebno je integrisano posmatrati transportni proces, proces održavanja

vozila, kao i okruženje. Za integrisano upravljanje procesom održavanja značajna je upotreba koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“ koja obuhvata, između ostalog, definisanje potrebnih pokazatelja pomoću kojih se mere efekti od primene određenih mera poboljšanja.

Međutim, kada postoji više pokazatelja za merenje efekata od primenjenih mera poboljšanja, kao i za donošenje upravljačkih odluka, potrebno je odrediti koji od pokazatelja ima veći značaj za postizanje definisanog cilja preduzeća. Pored toga, veliki broj definisanih pokazatelja ima međusobno zavisani uticaj. Primenom određenih mera poboljšanja u okviru upravljanja može se poboljšati vrednost jednog pokazatelja, ali to različito utiče na vrednost velikog broja ostalih pokazatelja. Razmatrana oblast predstavlja klasičan primer donošenja odluka na osnovu višekriterijumskog odlučivanja – „Multiple Criteria Decision Making“ (MCDM).

U tom smislu, potrebno je odrediti intenzitet međusobnih uticaja pokazatelja i stepen njihovih značajnosti, odnosno njihovih relativnih težina pri upravljanju procesom održavanja u odnosu na postizanje definisanog cilja. Za tu namenu upotrebljena su kombinovano dva metoda: DEMATEL i ANP, kao alati za donošenje odluka na osnovu višekriterijumskog odlučivanja (MCDM) koji su za slične namene već upotrebljavani u mnogim drugim oblastima istraživanja.

Kao rezultat dobija se model sa rangiranim pokazateljima po važnosti u odnosu na postizanje definisanog cilja. Model treba da ukaže rukovodiocima na koje pokazatelje da obrate veću pažnju pri merenju efekata od primenjenih mera poboljšanja i donošenju odluka pri upravljanju održavanjem. Pored toga, predloženi model može poslužiti za ocenu percepcija rukovodilaca o značaju upravljanja održavanjem na rad voznih parkova. Takođe, na osnovu modela mogu se oceniti rukovodioci u pogledu efikasnosti pri upravljanju održavanjem voznih parkova, (Vujanović i ostali, 2012).

U daljem tekstu objasniće se izračunavanje težinskih faktora definisanih pokazatelja kombinovanom upotrebom DEMATEL i ANP metoda. U tom smislu, prikazaće se DEMATEL metod koji je upotrebljen kako bi se istražio intenzitet međuzavisnih uticaja, koji postoje između odabranih pokazatelja upravljanja održavanjem i kako bi se

konstruisala „Mapa mrežnog odnosa“ (NRM). Na osnovu konstruisane NRM i na osnovu izračunatih intenziteta međuzavisnih uticaja pokazatelja prikazaće se struktura modela. Zatim će se objasniti ANP metod i integracija sa DEMATEL-om za potrebe izračunavanja relativnih težina odabranih pokazatelja. Opisaoće se sprovedeno istraživanje na prikupljanju potrebnih podataka i na osnovu prikazanog postupka izračunaće se relativne težine svakog definisanog pokazatelja, što je objavljeno u radu (Vujanović i ostali, 2012).

5.2.1 DEMATEL metod

Metod DEMATEL („Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory“) predstavlja sveobuhvatan metod za projektovanje i analiziranje strukturnog modela sa uzročnim odnosima između kompleksnih faktora, (Wu i Lee, 2007). Razvijen je od strane „Science and Human Affairs Program of the Battelle Memorial Institute of Geneva“ između 1972. i 1976. godine i upotrebljen je za istraživanje i rešavanje više grupa komplikovanih i međuzavisnih problema, (Fontela i Gabus, 1974), (Fontela i Gabus, 1976). Ovaj metod se poslednjih godina primenio u mnogim oblastima istraživanja (Tzeng, Chiang i Li, 2007), (Wu i Lee, 2007), (Li i Tzeng, 2009), (Lin, Chen i Tzeng, 2009), (Lin i ostali, 2011). Kao rezultat dobijaju se ukupni direktni i indirektni uticaji od svakog faktora predati na ostale faktore, ali i primljeni od ostalih faktora, pri čemu se u okviru ove disertacije pod faktorima podrazumevaju odabrani pokazatelji upravljanja procesom održavanja. Ova međuzavisnost se vizuelno prikazuje „Mapom mrežnog odnosa“ (NRM), kao što je prikazano na slici 5.2.

Za razliku od AHP metode gde se razmatraju faktori koji su međusobno nezavisni, prilikom korišćenja DEMATEL-a uzimaju se u razmatranje zavisni faktori i utvrđuje se stepen zavisnosti između njih. Posmatrani metod je zasnovan na teoriji grafa, omogućavajući vizuelno planiranje i rešavanje problema tako da se relevantni faktori mogu podeliti na uzročne i posledične u cilju boljeg razumevanja međusobnih odnosa, (Li i Tzeng, 2009). Ovaj metod omogućava bolje razumevanje kompleksne strukture razmatranog problema i određuje veze između faktora, veze između nivoa strukture i jačine uticaja faktora, (Tzeng, Chiang i Li, 2007). Krajnji produkt DEMATEL-a je

vizuelna prezentacija, odnosno individualna mapa mišljenja po kojoj svaki rukovodilac organizuje svoje akcije, (Lin, Chen i Tzeng, 2009).

Postupak izračunavanja intenziteta međusobnih uticaja faktora, odnosno pokazatelja uz pomoć DEMATEL-a može da se prikaže preko sledećih koraka, (Yang i Tzeng, 2011):

Korak 1: Konstruisanje matrica percepcija eksperata – X^1, X^2, \dots, X^H . Pod pretpostavkom da postoji H eksperata u posmatranom istraživanju i n faktora koji se posmatraju, svaki ekspert treba da odredi stepen uticaja faktora i na faktor j . Upporedna analiza para i -tog i j -tog faktora od strane k -tog eksperta označava se sa x_{ij}^k , pri čemu je: $i=1, \dots, n; j=1, \dots, n; k=1, \dots, H$. Vrednost svakog para x_{ij}^k uzima jednu celobrojnu vrednost sa sledećim značenjem: 0 - nema uticaja; 1 - mali uticaj; 2 - srednji uticaj; 3 - veliki uticaj; 4 - veoma veliki uticaj. Odgovor k -tog eksperta prikazuje se nenegativnom matricom ranga $n \times n$, a svaki element k -te matrice u izrazu $X^k = [x_{ij}^k]_{n \times n}$ označava ceo nenegativan broj x_{ij}^k , pri čemu je $k = 1, \dots, H$. Prema tome, matrice X^1, X^2, \dots, X^H su matrice odgovora svakog od H eksperata. Dijagonalni elementi matrice odgovora svih eksperata uzimaju vrednost nula jer isti faktori nemaju uticaja.

Korak 2: Izračunavanje matrice prosečne percepcije - A . Na osnovu postavljenih matrica odgovora $X^k = [x_{ij}^k]_{n \times n}$ od strane svih H eksperata može da se izračuna matrica prosečnih odgovora $A = [a_{ij}]_{n \times n}$, koja predstavlja srednju vrednost mišljenja svih H eksperata za svaki element matrice A na sledeći način:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

pri čemu je:

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad (19)$$

Matrica A prikazuje početne efekte koje određeni faktor prouzrokuje, ali i početne efekte koje dobija od ostalih faktora.

Korak 3: Izračunavanje normalizovane matrice prosečne percepcije - D . Matrica D se izračunava na osnovu matrice A na sledeći način:

Neka je

$$s = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}; \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad (20)$$

Onda je

$$D = A/s \quad (21)$$

Pošto suma svakog i -tog reda matrice A predstavlja ukupne direktne efekte koje je faktor i omogućio ostalim faktorima, izraz $\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$ predstavlja najveće ukupne direktne efekte od određenog faktora koje je omogućio ostalim faktorima. Isto tako, pošto suma svake j -te kolone matrice A predstavlja ukupne direktne efekte koje je faktor j dobio od ostalih faktora, izraz $\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij}$ predstavlja najveće ukupne direktne efekte koje je određeni faktor dobio od ostalih faktora. Vrednost s u izrazu (20) uzima u proračun veću vrednost od prikazana dva izraza. Matrica D se dobija kada se svaki element a_{ij} matrice A podeli sa izrazom s . Svaki element d_{ij} matrice D uzima vrednost između nule i jedan.

Korak 4: Izračunavanje matrice ukupnih uticaja - T . Matrica T je ranga $n \times n$ i izračunava se na sledeći način:

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (22)$$

gde je I jedinična matrica ranga $n \times n$.

Neka sumu redova i sumu kolona matrice T zasebno predstavljaju vektor R i vektor C ranga $n \times 1$, odnosno:

$$T = [t_{ij}]_{n \times n}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (23)$$

$$R = [r_i]_{nx1} = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{nx1} \quad (24)$$

$$C = [c_j]'_{1xn} = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right]'_{1xn} \quad (25)$$

pri čemu oznaka ' predstavlja oznaku za transponovanu matricu. Neka r_i predstavlja sumu i -tog reda matrice T . Onda r_i prikazuje ukupne direktne i indirektne efekte koje je faktor i omogućio ostalim faktorima. Neka c_j predstavlja sumu j -te kolone matrice T . Onda c_j prikazuje ukupne direktne i indirektne efektne koje je faktor j dobio od ostalih faktora. U slučaju kada je $i=j$, onda izraz (r_i+c_i) predstavlja značajnost faktora, a izraz $(r_i - c_i)$ označava intenzitet uticaja faktora u odnosu na ostale. Ukoliko je izraz $(r_i - c_i)$ pozitivan, faktor i je korisni prouzročnik, a ako je posmatrani izraz negativan, faktor i je korisni primalac, (Tzeng, Chiang i Li, 2007).

Korak 5: određivanje praga vrednosti – p i konstruisanje mape mrežnog odnosa (NRM) faktora. Na osnovu ekspertskog mišljenja određuje se prag vrednost p koji filtrira beznačajne ili male intenzitete uticaja među faktorima matrice T . Elementi matrice T koji su manji ili jednaki od usvojenog praga vrednosti p dobijaju vrednost nula, a ostali elementi matrice T koji su veći od praga vrednosti p zadržavaju postojeću vrednost. Suviše niska usvojena vrednost za p prikazuje strukturu sistema i dalje kompleksnom i teško shvatljivom, dok suviše visoka usvojena vrednost za p previše pojednostavljuje strukturu i zanemaruje važne uticaje. Prema tome, na osnovu usvojenog praga vrednosti p dobija se filtrirana matrica T na osnovu koje može da se konstruiše NRM (slika 5.2), koja omogućava lakše shvatanje odnosa u razmatranom sistemu, (Tzeng, Chiang i Li, 2007).

5.2.2 Integracija DEMATEL i ANP metoda

Metod ANP („Analytic Network Process“) razvijen je kako bi se izbegla hijerarhijska ograničenja koja postoje u AHP metodu, (Saaty, 1996). U ovoj disertaciji kombinovano je upotrebljen ANP i DEMATEL za izračunavanje relativnih težina faktora, odnosno

definisanih pokazatelja koji se koriste pri integrisanom upravljanju procesom održavanja vozničkih parkova.

Kada se primeni klasičan ANP proračun za izračunavanje relativnih težina faktora, intenziteti međuzavisnosti faktora tretiraju se kao recipročne vrednosti. Međutim, prema DEMATEL metodu intenziteti međuzavisnih uticaja faktora nemaju recipročne vrednosti, što je bliže realnom sistemu, (Yang i Tzeng, 2011). Iz tog razloga, za izračunavanje relativnih težina faktora iskoristiće se matrica ukupnih uticaja (matrica T) u okviru DEMATEL-a, kako bi se izbegli navedeni nedostaci u ANP-u.

Prema (Lee i ostali, 2011), DEMATEL metod se pri tome ne upotrebljava samo za izračunavanje intenziteta uticaja između različitih grupa faktora, već se njegova normalizovana matrica ukupnih uticaja može ugraditi u netežinsku supermatricu W u ANP-u za potrebe izračunavanja intenziteta različitih međuuticaja faktora.

Predloženi postupak integracije DEMATEL i ANP metoda sastoji se iz četiri koraka, prema (Lee i ostali, 2011). U prvom koraku se na osnovu NRM (slika 5.2) i matrice ukupnih uticaja T konstruiše mreža hijerarhijske strukture posmatranog sistema, prema definisanim ciljevima. U drugom koraku izračunava se netežinska supermatrica W . Normalizuju se sume uticaja svakog faktora u odnosu na faktore iz svake grupe u faktorskoj matrici ukupnih uticaja u DEMATEL-u, prikazanoj u izrazu (26).

$$T_c = \begin{matrix} & & & \mathbf{D}_1 & & \mathbf{D}_2 & & \dots & & \mathbf{D}_n \\ & & & c_{11} \dots c_{1m_1} & & c_{21} \dots c_{2m_2} & & \dots & & c_{n1} \dots c_{nm_n} \\ & \mathbf{D}_1 & c_{11} & & & & & & & & \\ & & c_{12} & & & & & & & & \\ & & \vdots & & & & & & & & \\ & & c_{1m_1} & & & & & & & & \\ & \mathbf{D}_2 & c_{21} & & & & & & & & \\ & & c_{22} & & & & & & & & \\ & & \vdots & & & & & & & & \\ & & c_{2m_2} & & & & & & & & \\ & \vdots & \vdots & & & & & & & & \\ & & c_{n1} & & & & & & & & \\ & \mathbf{D}_n & c_{n2} & & & & & & & & \\ & & \vdots & & & & & & & & \\ & & c_{nm_n} & & & & & & & & \end{matrix} \begin{bmatrix} T_c^{11} & T_c^{12} & \dots & T_c^{1n} \\ T_c^{21} & T_c^{22} & \dots & T_c^{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_c^{n1} & T_c^{n2} & \dots & T_c^{nn} \end{bmatrix} \quad (26)$$

Pri čemu je matrica T_c^{11} u izrazu (27) matrica uticaja faktora iz grupe D_1 u odnosu na faktore iz grupe D_1 , a T_c^{12} matrica uticaja faktora iz grupe D_1 u odnosu na faktore iz grupu D_2 i tako redom.

$$T_c^{11} = \begin{bmatrix} t_{c^{11}}^{11} & \cdots & t_{c^{1j}}^{11} & \cdots & t_{c^{1m_1}}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{i1}}^{11} & \cdots & t_{c^{ij}}^{11} & \cdots & t_{c^{im_1}}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{m_11}}^{11} & \cdots & t_{c^{m_1j}}^{11} & \cdots & t_{c^{m_1m_1}}^{11} \end{bmatrix} \quad (27)$$

Faktorska matrica ukupnih uticaja T_c nakon normalizacije postaje matrica T_c^α , kao što je prikazano u izrazu (28).

$$T_c^\alpha = \begin{matrix} & & & \begin{matrix} D_1 \\ c_{11} \dots c_{1m_1} \end{matrix} & \begin{matrix} D_2 \\ c_{21} \dots c_{2m_2} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} D_n \\ c_{n1} \dots c_{nm_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{1m_1} \end{matrix} & & \begin{bmatrix} T_c^{\alpha 11} & T_c^{\alpha 12} & \dots & T_c^{\alpha 1n} \end{bmatrix} \\ \begin{matrix} D_2 \\ c_{21} \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m_2} \end{matrix} & & \begin{bmatrix} T_c^{\alpha 21} & T_c^{\alpha 22} & \dots & T_c^{\alpha 2n} \end{bmatrix} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \begin{matrix} D_n \\ c_{n1} \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nm_n} \end{matrix} & & \begin{bmatrix} T_c^{\alpha n1} & T_c^{\alpha n2} & \dots & T_c^{\alpha nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (28)$$

gde je $T_c^{\alpha 11}$ normalizovana matrica sume uticaja faktora c_{11}, \dots, c_{1m_1} u odnosu na faktore iz grupe D_1 i izračunava se prema izrazu (29).

$$\begin{aligned}
 \mathbf{T}_c^{\alpha 11} &= \begin{bmatrix} t_{c^{11}}^{11}/d_1^{11} & \dots & t_{c^{1j}}^{11}/d_1^{11} & \dots & t_{c^{1m_1}}^{11}/d_1^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{i1}}^{11}/d_i^{11} & \dots & t_{c^{ij}}^{11}/d_i^{11} & \dots & t_{c^{im_i}}^{11}/d_i^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{m_1 1}}^{11}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_{c^{m_1 j}}^{11}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_{c^{m_1 m_1}}^{11}/d_{m_1}^{11} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} t_{c^{11}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{1j}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{1m_1}}^{\alpha 11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{i1}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{ij}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{im_1}}^{\alpha 11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{m_1 1}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{m_1 j}}^{\alpha 11} & \dots & t_{c^{m_1 m_1}}^{\alpha 11} \end{bmatrix} \quad (29)
 \end{aligned}$$

pri čemu su sume uticaja faktora c_{11}, \dots, c_{1m_1} u odnosu na grupu D_1 jednake:

$$d_i^{11} = \sum_{j=1}^{m_1} t_{c^{ij}}^{11} \quad ; \quad \text{za } i = 1, 2, \dots, m_1 \quad (30)$$

Elementi $t_{c^{ij}}^{11}$ predstavljaju vrednosti uticaja faktora c_{11}, \dots, c_{1m_1} u odnosu na faktore iz grupe D_1 , a elementi $t_{c^{ij}}^{\alpha 11}$ njihove normalizovane vrednosti.

Postupak izračunavanja $\mathbf{T}_c^{\alpha nm}$, kao i ostalih normalizovanih matrica unutar matrice \mathbf{T}_c^α je identičan. Normalizovane vrednosti uticaja svih faktora u odnosu na faktore iz svake grupe se ugrađuju pri izračunavanju netežinske supermatrice \mathbf{W} , koja se koristi u ANP metodi, prema izrazu (31).

$$\mathbf{W} = \begin{matrix} & & & \mathbf{D}_1 & & \mathbf{D}_2 & & \dots & & \mathbf{D}_n \\ & & & c_{11} \dots c_{1m_1} & & c_{21} \dots c_{2m_2} & & \dots & & c_{n1} \dots c_{nm_n} \\ \mathbf{D}_1 & c_{11} & & & & & & & & \\ & c_{12} & & & & & & & & \\ & \vdots & & & & & & & & \\ & c_{1m_1} & & & & & & & & \\ \mathbf{D}_2 & c_{21} & & \mathbf{W}^{11} & & \mathbf{W}^{12} & & \dots & & \mathbf{W}^{1n} \\ & c_{22} & & & & & & & & \\ & \vdots & & & & & & & & \\ & c_{2m_2} & & \mathbf{W}^{21} & & \mathbf{W}^{22} & & \dots & & \mathbf{W}^{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \ddots & & \vdots \\ & c_{n1} & & & & & & & & \\ & c_{n2} & & & & & & & & \\ \mathbf{D}_n & \vdots & & & & & & & & \\ & c_{nm_n} & & \mathbf{W}^{n1} & & \mathbf{W}^{n1} & & \dots & & \mathbf{W}^{nn} \end{matrix} \quad (31)$$

pri čemu matricu \mathbf{W}^{11} predstavljaju vrednosti uticaja faktora iz grupe D_1 u odnosu na faktore iz grupe D_1 , prema izrazu (32). Vektor uticaja faktora sa vrednošću nula označava nezavisan uticaj tog faktora u odnosu na tu grupu. Na identičan način se dobija i matrica \mathbf{W}^{nn} , kao i ostale matrice unutar supermatrice \mathbf{W} .

$$\mathbf{W}^{11} = \begin{matrix} & c_{11} & \dots & c_{1j} & \dots & c_{1m_1} \\ c_{11} & t_{c_{11}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1j}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1m_1}}^{\alpha_{11}} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{1i} & t_{c_{1i}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1j}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1m_1}}^{\alpha_{11}} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{1m_1} & t_{c_{1m_1}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1j}}^{\alpha_{11}} & \dots & t_{c_{1m_1}}^{\alpha_{11}} \end{matrix} \quad (32)$$

U trećem koraku izračunava se težinska supermatrica \mathbf{W}_w tako što se normalizuju sume uticaja svake grupe faktora u odnosu na svaku grupu iz matrice ukupnih grupnih uticaja, prema izrazu (33).

$$\mathbf{T}_D = \begin{bmatrix} t_D^{11} & \dots & t_D^{1j} & \dots & t_D^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1} & \dots & t_D^{ij} & \dots & t_D^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{n1} & \dots & t_D^{nj} & \dots & t_D^{nn} \end{bmatrix} \quad (33)$$

Pri čemu t_D^{11} određuje sumu svih uticaja iz matrice T_c^{11} , a t_D^{nn} određuje sumu svih uticaja iz matrice T_c^{nn} . Postupak normalizacije izračunava se prema izrazu (34).

$$T_D^\alpha = \begin{bmatrix} t_D^{11}/d_1 & \dots & t_D^{1j}/d_1 & \dots & t_D^{1n}/d_1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1}/d_i & \dots & t_D^{ij}/d_i & \dots & t_D^{in}/d_i \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{n1}/d_n & \dots & t_D^{nj}/d_n & \dots & t_D^{nn}/d_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} & \dots & t_D^{\alpha 1j} & \dots & t_D^{\alpha 1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha i1} & \dots & t_D^{\alpha ij} & \dots & t_D^{\alpha in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha n1} & \dots & t_D^{\alpha nj} & \dots & t_D^{\alpha nn} \end{bmatrix} \quad (34)$$

gde je:

$$d_i = \sum_{j=1}^n t_D^{ij}; \text{ za } i = 1, \dots, n \quad (35)$$

Izračunavanje težinske supermatrice W_w dobija se ugrađivanjem netežinske matrice W u normalizovanu matricu uticaja grupa faktora T_D^α , prema izrazu (36).

$$W_w = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W^{11} & t_D^{\alpha 21} \times W^{12} & \dots & \dots & t_D^{\alpha n1} \times W^{1n} \\ t_D^{\alpha 12} \times W^{21} & t_D^{\alpha 22} \times W^{22} & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \dots & t_D^{\alpha ji} \times W^{ij} & \dots & t_D^{\alpha ni} \times W^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W^{n1} & t_D^{\alpha 2n} \times W^{n2} & \dots & \dots & t_D^{\alpha nn} \times W^{nn} \end{bmatrix} \quad (36)$$

U četvrtom koraku izračunava se limitirana supermatrica višestrukim množenjem težinske supermatrice W_w sve dok vrednosti vektora u limitiranoj supermatrici ne postanu stabilne, odnosno:

$$\lim_{z \rightarrow \infty} W_w^z = W_w^z \quad (37)$$

pri čemu broj z teži beskonačnosti. Vektori limitirane supermatrice predstavljaju relativne težine svakog faktora u odnosu na definisani cilj.

5.2.3 Istraživanje međuzavisnih uticaja pokazatelja

Na osnovu opisanog postupka proračuna obavljeno je u prvom koraku istraživanje percepcija eksperata o međuzavisnim uticajima usvojenih pokazatelja transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja.

Za tu svrhu odabrano je 20 eksperata iz oblasti upravljanja radom i održavanjem vozničkih parkova sa višegodišnjim radnim iskustvom. Anketirani eksperti su iz državnih i privatnih preduzeća sa sopstvenim drumskim vozničkim parkovima, kao i sa Saobraćajnog fakulteta u Beogradu.

Prema DEMATEL metodi zadatak anketiranih eksperata bio je da odredi stepen uticaja jednog pokazatelja na drugi pokazatelj, odnosno u kojoj meri će se promeniti vrednost jednog pokazatelja ako se promeni vrednost drugog pokazatelja. Ovu međuzavisnost eksperti su ocenjivali sa ocenom od 0 do 4, sa sledećim značenjem: 0 - nema uticaja; 1 - mali uticaj; 2 - srednji uticaj; 3 - veliki uticaj; 4 - veoma veliki uticaj. Pri tome, između istih pokazatelja nema uticaja.

Prema izrazu (18) dobijena je matrica prosečne percepcije međuzavisnosti definisanih pokazatelja- A , (tabela 5.2), koja predstavlja srednju ocenu uticaja za svaki od parova odabranih pokazatelja upravljanja. Iz tabele 5.2 vidi se da najveći uticaj ima pokazatelj M_2 na pokazatelj M_3 , zatim pokazatelj M_3 na pokazatelje T_1 i T_2 , zatim pokazatelj M_4 na pokazatelj E_1 , kao i pokazatelj E_1 na pokazatelj E_2 , sve sa srednjom ocenom od 3,5. Pokazatelj T_2 nema uticaja na pokazatelje M_4 , E_1 i E_2 , pokazatelj T_3 nema uticaja na pokazatelj M_4 , a takođe ni pokazatelji E_1 i E_2 nemaju uticaja na pokazatelj M_4 .

Na osnovu matrice A i kombinovanom primenom DEMATEL-a i ANP-a dobijen je model sa relativnim težinama odabranih pokazatelja upravljanja procesom održavanjem, što je opisano u narednoj tački.

Tabela 5.2: Matrica prosečne percepcije međuzavisnosti definisanih pokazatelja - *A*

Pokazatelji	T ₁	T ₂	T ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	E ₁	E ₂
T ₁	0.00	2.00	2.00	0.50	1.00	2.50	0.50	0.50	0.50
T ₂	2.00	0.00	1.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	1.50	2.00	0.00	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.50
M ₁	2.50	2.50	2.00	0.00	2.00	2.50	2.50	2.00	1.50
M ₂	2.50	3.00	3.00	1.50	0.00	3.50	2.00	1.00	1.00
M ₃	3.50	3.50	3.00	0.50	2.00	0.00	2.50	2.00	1.50
M ₄	2.50	2.00	1.50	2.50	2.00	2.50	0.00	3.50	3.00
E ₁	2.00	2.00	1.50	2.50	2.00	1.00	0.00	0.00	3.50
E ₂	1.50	2.00	0.50	1.50	1.50	1.50	0.00	2.50	0.00

5.2.4 Model sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja

Upotrebom matrice *A*, (tabela 5.2) i primenom DEMATEL metoda izračunata je, prema izrazu (22), matrica ukupnih uticaja pokazatelja-*T*, (tabela 5.3). Pri tome je ekspertskom ocenom ustanovljen prag vrednosti ($p=0.2$). Samo oni intenziteti međuzavisnog uticaja pokazatelja koji su veći od vrednosti ustanovljenog ekspertskog praga p uzeti su dalje u obzir, a ostali međuzavisni uticaji smatrani su nedovoljno važnim, odnosno nezavisnim i data im je nulta vrednost. Iz tabele 5.3 uočava se da postoji nezavisan uticaj pokazatelja transportnog procesa u odnosu na pokazatelje okruženja, kao i na pokazatelje M₁ i M₄ iz procesa održavanja.

Tabela 5.3: Matrica ukupnih uticaja pokazatelja - T

Pokazatelji	T_1	T_2	T_3	M_1	M_2	M_3	M_4	E_1	E_2
T_1	0.00	0.28	0.24	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
T_2	0.27	0.00	0.00	0.00	0.23	0.26	0.00	0.00	0.00
T_3	0.25	0.28	0.00	0.00	0.21	0.24	0.00	0.00	0.00
M_1	0.43	0.44	0.36	0.21	0.34	0.41	0.25	0.30	0.26
M_2	0.43	0.46	0.40	0.27	0.24	0.45	0.23	0.25	0.22
M_3	0.47	0.48	0.40	0.24	0.34	0.30	0.24	0.29	0.25
M_4	0.46	0.46	0.36	0.35	0.36	0.44	0.00	0.39	0.35
E_1	0.34	0.36	0.28	0.28	0.29	0.29	0.00	0.00	0.30
E_2	0.27	0.30	0.00	0.00	0.23	0.26	0.00	0.24	0.00

Na osnovu izračunatih ukupnih predatih i primljenih efekata pokazatelja, prema izrazima (24) i (25), iz tabele 5.4 najznačajniji pokazatelj je „Realizacija PO-a“ (M_3) sa najvećom vrednošću ($r+c$), a slede ga pokazatelji „Srednje vreme vozila u stanju nespremno za rad“ (M_2) i „Srednje vreme između otkaza“ (M_1), dok je najmanje značajan pokazatelj „Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu“ (E_2). Pokazatelj koji najviše utiče na promenu vrednosti ostalih pokazatelja je „Procenat planiranog održavanja“ (M_4), sa najvećom vrednošću ($r-c$), a sledi ga pokazatelj „Srednje vreme između otkaza“ (M_1). Pokazatelj koji je pod najvećim uticajem od svih ostalih pokazatelja je „Iskorišćenje korisne nosivosti“ (T_2), sa najnižom vrednošću ($r-c$), a sledi ga pokazatelj „Procenat realizacije OPR-a“ (T_1).

Kada se iz matrice T saberu svi uticaji pokazatelja u odnosu na grupe, odnosno posmatrane oblasti, dobija se matrica ukupnih grupnih uticaja – T_b , (tabela 5.5). Iz tabele 5.5 vidi se da najznačajniji uticaj imaju pokazatelji procesa održavanja u odnosu

na pokazatelje transportnog procesa. Zbog odabranog praga vrednosti ($p=0.2$) od strane eksperata, pokazatelji transportnog procesa imaju beznačajne uticaje u odnosu na pokazatelje okruženja.

Tabela 5.4: Ukupni predati i primljeni efekti pokazatelja

Pokazatelji	(r + c)	(r - c)
T₁	3.70	-2.11
T₂	3.82	-2.31
T₃	3.01	0.99
M₁	4.35	1.64
M₂	5.18	0.73
M₃	5.91	0.08
M₄	3.88	2.43
E₁	3.59	0.65
E₂	2.66	-0.07

Tabela 5.5: Matrica ukupnih grupnih uticaja - T_D

Oblasti-grupe pokazatelja	Transportni proces - T_P	Proces održavanja - M_P	Okruženje - E
Transportni proces- T_P	1.32	1.22	0.00
Proces održavanja- M_P	5.13	4.67	2.30
Okruženje-E	1.54	1.34	0.54

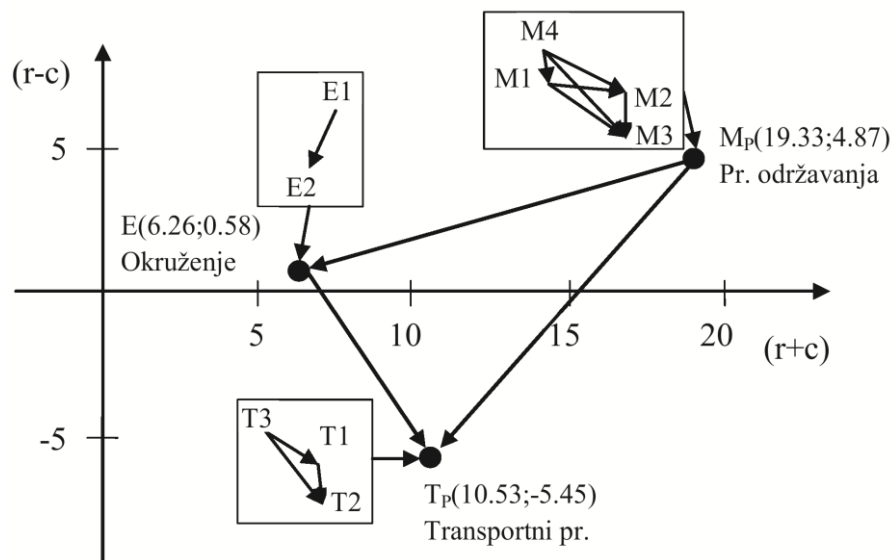
Iz tabele 5.6 vidi se da najznačajniji ukupni grupni uticaji potiču od pokazatelja procesa održavanja. Pokazatelji procesa održavanja u najvećoj meri predaju efekte ostalim

pokazateljima pošto imaju najveću vrednost (r-c). Pokazatelji iz transportnog procesa imaju najnižu vrednost (r-c) i zbog toga su u najvećoj meri podložni uticajima ostalih pokazatelja, odnosno u najvećoj meri primaju efekte od ostalih pokazatelja.

Tabela 5.6: Ukupni grupni predati i primljeni efekti

Oblasti-grupe pokazatelja	(r + c)	(r - c)
Transportni proces-T _p	10.53	-5.45
Proces održavanja-M _p	19.33	4.87
Okruženje-E	6.26	0.58

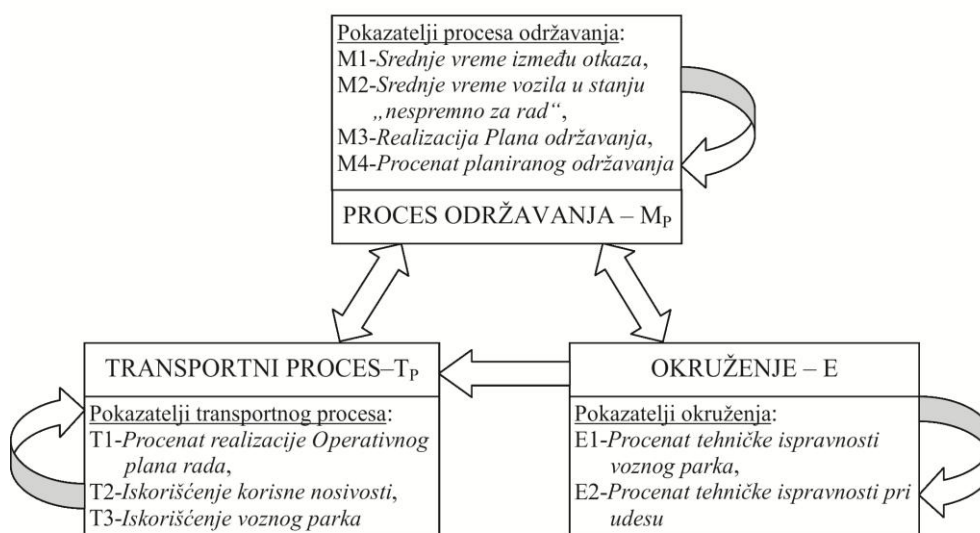
Na osnovu rezultata u tabelama 5.3, 5.4, 5.5 i 5.6, na slici 5.1 prikazana je mapa međuzavisnih uticaja između posmatranih grupa (oblasti), kao i uticaja između pokazatelja unutar grupa. Mapa međuzavisnih uticaja omogućava bolje razumevanje odnosa među pokazateljima i oblastima u okviru celokupne strukture modela.



izvor: (Vujanović i ostali, 2012)

Slika 5.1: Mapa međuzavisnih uticaja

Na osnovu proračuna matrice T u DEMATEL-u i usvojenog praga vrednosti ($p=0.2$) od strane eksperata, na slici 5.2 prikazana je „Mapa mrežnog odnosa“ - **NRM**, u cilju lakšeg shvatanja strukture modela koji se koristi u ANP metodu za proračun relativnih težina pokazatelja upravljanja procesa održavanja voznih parkova.



izvor: (Vujanović i ostali, 2012)

Slika 5.2: Mapa mrežnog odnosa – NRM

Ugrađivanjem matrice T u netežinsku supermatricu W i korišćenjem matrice T_D za proračun težinske supermatrice W_w izračunata je prema izrazu (37) limitirana supermatrica W_w^z u ANP-u, čiji vektori predstavljaju relativne težine pokazatelja u modelu (tabela 5.7). Iz tabele 5.7 vidi se da su najznačajniji pokazatelji upravljanja procesom održavanja voznih parkova: „Realizacija Plana održavanja“ (M_3), „Procenat realizacije Operativnog plana rada“ (T_1), „Iskorišćenje korisne nosivosti vozila“ (T_2). Pokazatelj „Realizacija Plana održavanja“ (M_3) sa najvećom vrednošću relativne težine od 0.233 pripada procesu održavanja. Međutim, sledeća dva pokazatelja po značajnosti, odnosno „Procenat realizacije Operativnog plana rada“ (T_1) i „Iskorišćenje korisne nosivosti vozila“ (T_2) pripadaju transportnom procesu. Pokazatelji sa najnižim stepenom značajnosti su pokazatelji „Procenat planiranog održavanja“ (M_4), sa relativnom težinom 0.032 i „Srednje vreme do otkaza“ (M_1), sa relativnom težinom

0.044, koji pripadaju procesu održavanja, kao i „Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu“ (E_2), sa relativnom težinom 0.046, koji pripada okruženju.

Kada se posmatraju relativne težine posmatranih oblasti (grupa), najznačajnija oblast za upravljanje održavanjem vozniha parkova je transportni proces, a najmanje značajna oblast je okruženje.

Tabela 5.7: Model sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja procesom održavanja

Pokazatelji	Relativne težine - g	Rang značajnosti	Relativne težine po oblastima
Procenat realizacije Operativnog plana rada – T_1	0.195	2	
Iskorišćenje korisne nosivosti vozila – T_2	0.169	3	$T_p=0.472$
Iskorišćenje voznog parka – T_3	0.108	5	
Srednje vreme do otkaza – M_1	0.044	8	
Srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“ – M_2	0.122	4	$M_p=0.431$
Realizacija Plana održavanja – M_3	0.233	1	
Procenat planiranog održavanja – M_4	0.032	9	
Procenat tehničke ispravnosti voznog parka – E_1	0.051	6	$E=0.097$
Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu – E_2	0.046	7	

Na osnovu razvijenog modela sa relativnim težinskim faktorima (tabela 5.7) može da se za određeni period posmatranja izračuna vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S). Svaki od pokazatelja se po ostvarenoj vrednosti ocenjuje sa ocenom od 1 do 5 (ocena 1 za pokazatelje sa niskim ostvarenim vrednostima, a ocena 5 za pokazatelje sa visokim vrednostima) prema ekspertski utvrđenoj skali ocenjivanja (npr. ocena 1 može se

dodeliti pokazatelju T_1 ukoliko je njegova ostvarena vrednost od 0 do 0,2; ocena 2 ukoliko je ostvarena vrednost pokazatelja T_1 od 0,2 do 0,4 i tako redom). Kada se na ovako ocenjene pokazatelje primeni model sa relativnim težinskim faktorima (tabela 5.7) dobija se vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S) na sledeći način:

$$S = O_1xg_{T1} + O_2xg_{T2} + O_3xg_{T3} + O_4xg_{M1} + O_5xg_{M2} + O_6xg_{M3} + O_7xg_{M4} + O_8xg_{E1} + O_9xg_{E2} \quad (38)$$

gde su: O_1, O_2, \dots, O_8 – ocena pokazatelja upravljanja (od 1 do 5);

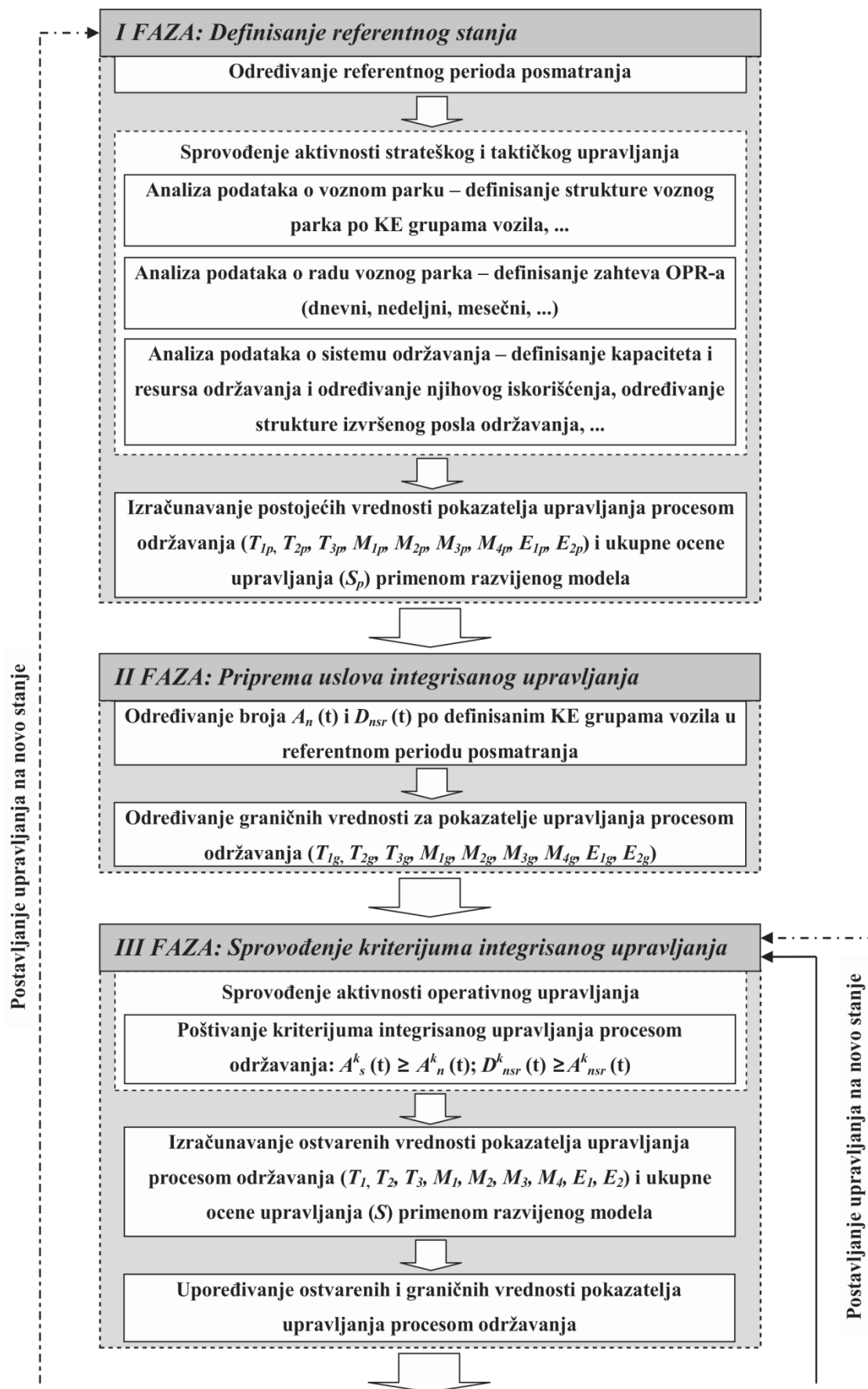
$g_{T1}, g_{T2}, g_{T3}, g_{M1}, g_{M2}, g_{M3}, g_{M4}, g_{E1}, g_{E2}$ – relativne težine pokazatelja upravljanja.

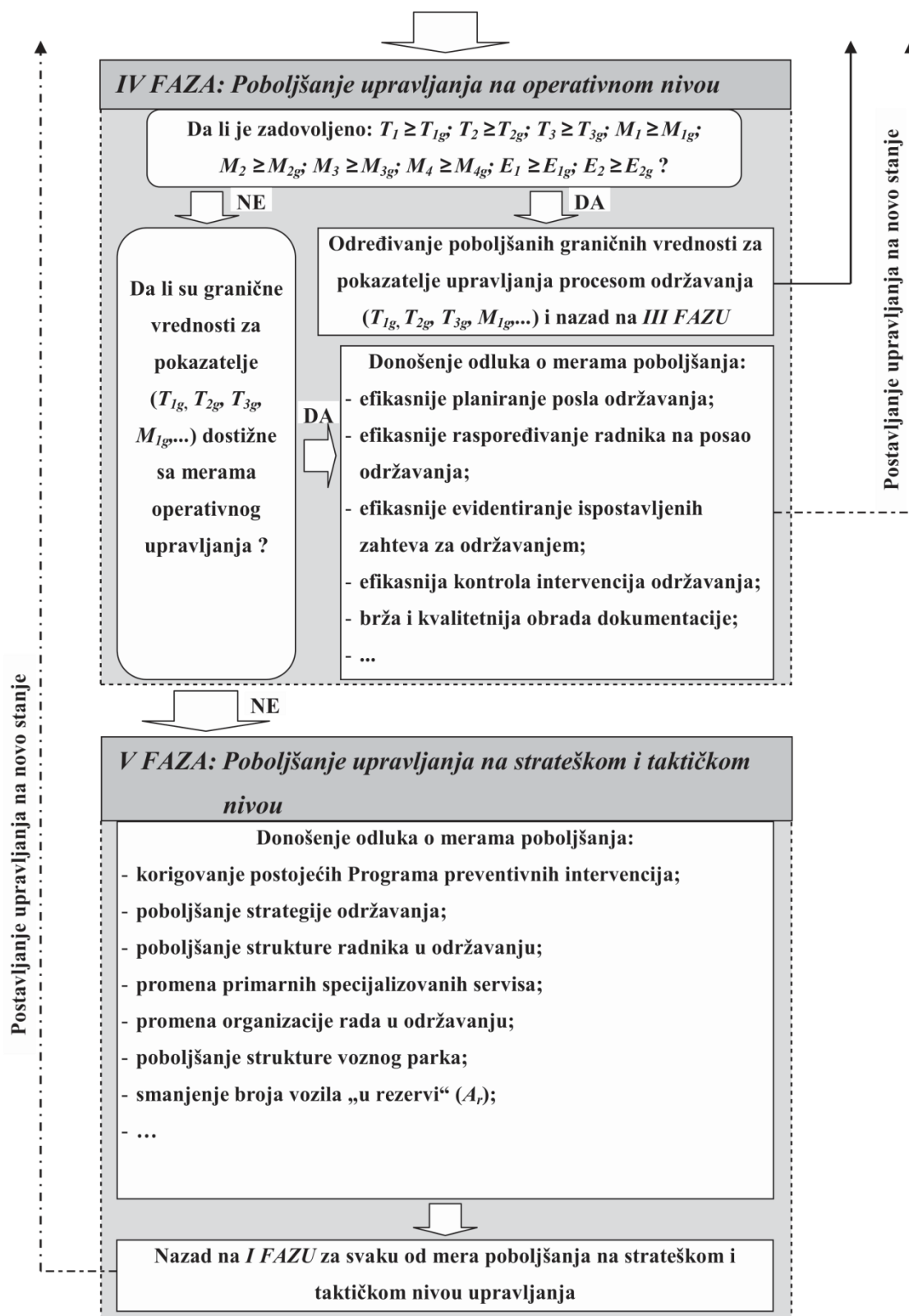
„Ukupna ocena upravljanja“ (S) određuje stepen efikasnosti rukovodilaca u pogledu upravljanja održavanjem voznog parka, (Vujanović i ostali, 2012).

5.3 Opis metodologije

U okviru metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja drumskih voznih parkova objedinjeno se posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i okruženje. Upotrebljena je koncepcija „Održavanje zasnovano na procesu“, opisana u tački 3.3. Prema navedenoj koncepciji, definisani su relevantni pokazatelji upravljanja procesom održavanja voznih parkova čije se ostvarene vrednosti periodično izračunavaju i upoređuju sa ekspertski definisanim graničnim vrednostima. Prema rezultatima izvršenog upoređivanja sprovode se određene upravljačke odluke. Ugrađeni su kriterijumi integrisanog upravljanja, opisani u tački 4.3. Kombinovanom upotrebom DEMATEL i ANP metoda izračunati su težinski faktori odabranih pokazatelja upravljanja i predstavljen je model sa rangiranim vrednostima pokazatelja u odnosu na postizanje definisanog cilja preduzeća, što je opisano u tački 5.2.

Na osnovu gore opisanog, razvijena je metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja drumskih voznih parkova, koja se sastoji iz pet faza (slika 5.3).





Slika 5.3: Šema metodologije integrisanog upravljanja procesom održavanja voznih parkova

Svrha metodologije je u pronalaženju potencijalnih prostora za poboljšanje i u merenju ostvarenih efekata od primenjenih mera poboljšanja u okviru upravljanja procesom održavanja. U tom smislu, redovno se izračunavaju i prate ostvarene vrednosti definisanih pokazatelja upravljanja i upoređuju se sa ekspertski utvrđenim graničnim vrednostima, prema principima PBM koncepcije. Ukoliko su ostvarene vrednosti pokazatelja bolje ili jednake od graničnih vrednosti, utvrđuju se nove poboljšane granične vrednosti za pokazatelje upravljanja. Ukoliko je ostvarena vrednost jednog od pokazatelja lošija od njegove granične vrednosti, primenjuju se određene mere poboljšanja na operativnom, taktičkom i strateškom nivou upravljanja.

5.3.1 Definisane referentnog stanja

U prvoj fazi posmatrane metodologije rukovodioci srednjeg nivoa menadžmenta definišu početno, referentno stanje upravljanja. U prvom koraku određuje se referentni, početni period posmatranja u kojem će se analizirati postojeće stanje. Definiše se i period posmatranja u kojem će se donositi buduće upravljačke odluke i u kojem će se vrednovati efekte od primenjenih mera poboljšanja, uz pomoć definisanih pokazatelja upravljanja. Pri tome, važno je da definisani period posmatranja obuhvati moguća periodična odstupanja (sezonska, mesečna, nedeljna i sl.) u transportnim zahtevima klijenata i ostala odstupanja, kako bi se omogućilo preciznije sagledavanje ostvarenih efekata.

U okviru sprovođenja aktivnosti na strateškom i taktičkom nivou upravljanja, a na osnovu tehničko-eksploatacionih karakteristika vozila iz baze podataka o vozilima u IS-u, definišu se KE grupe vozila i određuju se vozila koja pripadaju pojedinim KE grupama. Kao rezultat, određena je struktura voznog parka prema definisanim KE grupama u referentnom stanju.

Na osnovu analize podataka o radu voznog parka iz baze podataka u IS-u utvrđuju se zahtevi OPR-a na dnevnom, nedeljnom, mesečnom ili nekom drugom nivou. Pošto su u pitanju transportni zahtevi klijenata koji se često ponavljaju u dužem vremenskom periodu, na osnovu istorijskih podataka predviđaju se budući zahtevi klijenata u funkciji

vremena. Odstupanja u transportnim zahtevima klijenata u dužem vremenskom periodu su često veoma mala. Kao rezultat, poznate su orijentacione količine tereta koji je razvrstan prema vrsti i odredištu u toku određenog dana u nedelji ili u toku drugog vremenskog perioda u referentnom stanju.

Na osnovu analize podataka o sistemu održavanja iz baze podataka u IS-u definišu se postojeći kapaciteti i resursi sopstvenih pogona održavanja, određuju se prioritetni specijalizovani servisi „za treća lica“ koji će sprovesti konkretne intervencije održavanja na vozilima, izračunava se stepen iskorišćenja sopstvenih kapaciteta i resursa održavanja, utvrđuje se struktura izvršenog posla održavanja prema grupama radova, zahtevanim strukama radnika, specijalizovanim servisima i sl. Kao rezultat, orijentaciono su poznata mesta sprovođenja i obimi konkretnih grupa radova na održavanju u referentnom stanju.

U okviru poslednjeg koraka prve faze izračunavaju se, prema izrazima u tabeli 5.1, postojeće vrednosti pokazatelja integrisanog upravljanja održavanjem (T_{1p} , T_{2p} , T_{3p} , M_{1p} , M_{2p} , M_{3p} , M_{4p} , E_{1p} , E_{2p}) za određeni period posmatranja (dnevni, nedeljni, mesečni i sl.) u referentnom stanju.

Na osnovu modela sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja (tabela 5.7) i izraza (38) u ovoj fazi metodologije izračunava se početna vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S_p) koja se odnosi za određeni period posmatranja (dnevni, nedeljni, mesečni i sl.) u referentnom stanju.

Sa definisanim periodom posmatranja, utvrđenom strukturom voznog parka po KE grupama, poznatim zahtevima OPR-a i okruženja, poznatim stanjem u sistemu održavanja i izračunatim postojećim vrednostima pokazatelja upravljanja i „Ukupne ocene upravljanja“ određeno je referentno, početno stanje za integrisano upravljanje procesom održavanja voznih parkova.

5.3.2 Priprema uslova integrisanog upravljanja

U okviru druge faze metodologije zadatak rukovodilaca srednjeg nivoa menadžmenta je da za definisani referentni period posmatranja, a prema utvrđenim zahtevima OPR-a i u skladu sa okruženjem, odredi neophodan broj vozila za rad (A_n) i dozvoljeni broj vozila koji se mogu nalaziti u stanju „nespremno za rad“ (D_{nsr}), po definisanim KE grupama vozila u funkciji vremena. Potrebno je u manjim vremenskim intervalima u toku radnog dana odrediti brojeve A_n i D_{nsr} , kao što je prikazano na primerima (slike 4.3 i 4.4). Ove vrednosti mogu znatno da se menjaju po danima u nedelji, po nedeljama u mesecu, po mesecima u godini ili po nekom drugom vremenskom periodu u okviru referentnog perioda posmatranja. U tom smislu, za svaku značajniju promenu brojeva A_n i D_{nsr} po KE grupama u danima, nedeljama, mesecima ili u nekim drugim vremenskim periodima, određuje se zaseban dijagram u funkciji vremena.

Kao rezultat, dobijaju se raspodele neophodnog broja vozila za rad i dozvoljenog broja vozila koja se mogu nalaziti u stanju „nespremno za rad“ zbog sprovođenja potrebnih intervencija održavanja, po KE grupama u funkciji vremena. Ovim je poznato koliko vozila, kojih KE grupa i kada treba da su u stanju „spremno za rad“. Pored toga, ovim je poznato koliko vozila, kojih KE grupa i kada mogu da budu raspoloživa za sprovođenje potrebnih intervencija održavanja, odnosno mogu da budu u stanju „nespremno za rad“.

U ovoj fazi metodologije ekspertske se određuju granične vrednosti za pokazatelje upravljanja (T_{1g} , T_{2g} , T_{3g} , M_{1g} , M_{2g} , M_{3g} , M_{4g} , E_{1g} , E_{2g}), koje se nastoje ostvariti integrisanim upravljanjem. Pri tome, jedan od uslova je da utvrđena granična vrednost bude bolja ili jednaka od postojećih ostvarenih vrednosti u početnom, referentnom stanju za svaki od pokazatelja upravljanja (T_{1p} , T_{2p} , T_{3p} , M_{1p} , M_{2p} , M_{3p} , M_{4p} , E_{1p} , E_{2p}), odnosno da bude zadovoljen sledeći izraz:

$$\begin{aligned}
 T_{1g} \geq T_{1p}; \quad T_{2g} \geq T_{2p}; \quad T_{3g} \geq T_{3p}; \quad M_{1g} \geq M_{1p}; \quad M_{2g} \leq M_{2p}; \quad M_{3g} \geq M_{3p}; \\
 M_{4g} \geq M_{4p}; \quad E_{1g} \geq E_{1p}; \quad E_{2g} \geq E_{2p}
 \end{aligned} \tag{39}$$

Izrazom (39) obezbeđeno je da se definišu granične vrednosti za pokazatelje upravljanja koje su u najgorem slučaju jednake postojećim ostvarenim vrednostima pokazatelja u referentnom stanju i da se od posmatrane vrednosti krene ka poboljšanju graničnih vrednosti u posmatranom periodu.

5.3.3 Sprovođenje kriterijuma integrisanog upravljanja

U trećoj fazi metodologije rukovodioci srednjeg nivoa menadžmenta imaju zadatak da u okviru sprovođenja aktivnosti operativnog upravljanja, posebno pri planiranju posla održavanja i popunjavanju PO-a, uvažavaju kriterijume integrisanog upravljanja, koji su predstavljeni izrazima (9) i (16). Tretiranjem ovih kriterijuma obezbeđeno je da u svakom vremenskom momentu postoji odgovarajući broj vozila za rad iz pogodnih KE grupa, prema zahtevima OPR-a i okruženja.

Kao rezultat primene kriterijuma integrisanog upravljanja, povećava se iskorišćenje tovarnog prostora vozila jer su za obavljanje transportnih zadataka na raspolaganju vozila pogodnih KE grupa, pogotovo sa aspekta nosivosti i zapremine tovarnog prostora vozila. Bolje iskorišćenje tovarnog prostora vozila utiče na povećanje energetske efikasnosti voznog parka, čime je racionalnije obavljen zadati obim transportnog rada, (Vujanović i ostali, 2010).

Sprovođenjem aktivnosti operativnog upravljanja i primenom zadatih kriterijuma u izrazima (9) i (16), u okviru narednih koraka treće faze metodologije, periodično se izračunavaju ostvarene vrednosti pokazatelja upravljanja (T_1 , T_2 , T_3 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , E_1 , E_2) za određeni period posmatranja (dnevni, nedeljni, mesečni i sl.) i potom se izračunate vrednosti upoređuju sa definisanim graničnim vrednostima, za svaki od pokazatelja.

Za efikasno sprovođenje integrisanog upravljanja ostvarene vrednosti treba da budu veće ili jednake od graničnih vrednosti, za svaki od definisanih pokazatelja.

5.3.4 Pobljšanje upravljanja na operativnom nivou

Pobljšanje upravljanja na operativnom nivou sprovode rukovodioci srednjeg menadžmenta. Oni donose određene upravljačke odluke u zavisnosti od rezultata upoređivanja ostvarenih i graničnih vrednosti za svaki od pokazatelja upravljanja.

Odluka o pobljšanju graničnih vrednosti za određene pokazatelje upravljanja donosi se ako je kod svih pokazatelja njihova ostvarena vrednost veća ili jednaka od njihove definisane granične vrednosti, odnosno ukoliko je zadovoljen kriterijum prikazan sledećim skupom relacija:

$$\begin{aligned} T_1 \geq T_{1g}; \quad T_2 \geq T_{2g}; \quad T_3 \geq T_{3g}; \quad M_1 \geq M_{1g}; \quad M_2 \leq M_{2g}; \quad M_3 \geq M_{3g}; \\ E_1 \geq E_{1g}; \quad E_2 \geq E_{2g}; \end{aligned} \quad (40)$$

Kada je zadovoljen kriterijum prikazan izrazom (40) i kada su utvrđeni pokazatelji čije granične vrednosti će se pobljšati, ekspertski se definišu nove pobljšane granične vrednosti za odabrane pokazatelje, a upravljanje se dalje nastavlja vraćanjem na treću fazu.

Ako kod jednog ili za više pokazatelja nije zadovoljen kriterijum prikazan izrazom (40), preispituje se da li postavljene granične vrednosti za posmatrane pokazatelje mogu biti postignute merama pobljšanja na operativnom nivou upravljanja. U tom smislu, analiziraju se mere pobljšanja koje su ranije već primenjene u okviru operativnog upravljanja, kao i efekti u pogledu ostvarenih vrednosti pokazatelja.

Odluke o primeni mera pobljšanja na operativnom nivou upravljanja sprovode se sa ciljem povećanja iskorišćenja sopstvenih kapaciteta i resursa održavanja, smanjenja ukupnog vremena voznog parka u stanju „nespremno za rad“ u periodu posmatranja, bolje realizacije planiranog posla održavanja, bolje usaglašenosti zahteva transportnog procesa, procesa održavanja i okruženja, smanjenja ukupnih troškova kapaciteta voznog parka, eksploatacije i održavanja po ostvarenom transportnom radu itd.

Ukoliko se ustanovi da na osnovu obavljenih analiza postoji potencijalni prostor za poboljšanje na operativnom nivou upravljanja, odnosno da postoji prostor za poboljšanje vrednosti pokazatelja, sprovode se odluke o primeni određenih mera poboljšanja. Neke od mera poboljšanja su:

- efikasnije planiranje posla održavanja (odabiranje pouzdanijih dobavljača rezervnih delova i materijala, preraspoređivanje određenih intervencija održavanja na pouzdanije specijalizovane servise „za treća lica“ u okviru primarnih, prekvalifikovanje radnika manje potrebnih struka na druge učestalije struke poslova, itd.),
- efikasnije raspoređivanje radnika na posao održavanja (preraspoređivanje kvalitetnijih radnika na hitne intervencije održavanja, preraspoređivanje frekventnijih intervencija održavanja na RmV-ove namenjene za druge grupe radova, itd.),
- efikasnije evidentiranje ispostavljenih zahteva za održavanjem (upotreba savremenih softverskih paketa iz oblasti održavanja, efikasniji sistem „alarmiranja“ ispostavljenih zahteva, efikasnija upotreba podataka o održavanju od savremenih informacionih sistema na vozilima, itd.),
- efikasnija kontrola sprovođenja intervencija održavanja,
- brža i kvalitetnija obrada dokumentacije i izrada izveštaja,
- ...

Nakon donošenja odluke o primeni određenih mera poboljšanja, upravljanje se postavlja se novo stanje i dalje se nastavlja vraćanjem na treću fazu. Postavljanje upravljanja na novo stanje vrši se kako bi se sagledali ostvareni efekti od primenjenih mera poboljšanja kroz upoređivanje ostvarenih vrednosti pokazatelja i „Ukupne ocene upravljanja“ (S), u pređašnjem i novom stanju. Prilikom svake naredne primene određenog skupa mera poboljšanja, upravljanje se postavlja na novo stanje, sve dok se ne zadovolji kriterijum prikazan izrazom (40), kada se određuju nove granične vrednosti za pokazatelje.

Ukoliko i nakon primene više različitih skupova mera poboljšanja nije moguće zadovoljiti kriterijum prikazan izrazom (40), odnosno ukoliko se ustanovi da više ne postoji potencijalni prostor za poboljšanje vrednosti posmatranih pokazatelja u okviru

operativnog upravljanja, prelazi se na petu fazu u metodologiji, odnosno na fazu poboljšanja upravljanja na strateškom i taktičkom nivou.

5.3.5 Poboljšanje upravljanja na strateškom i taktičkom nivou

Poboljšanje upravljanja na strateškom i taktičkom nivou obavljaju rukovodioci najvišeg nivoa menadžmenta uz podršku rukovodioca srednjeg menadžmenta. U okviru ove faze posmatrane metodologije donose se odluke o merama poboljšanja, koje mogu značajno da utiču na promene u transportnom procesu i procesu održavanja.

Odluke o primeni mera poboljšanja na strateškom i taktičkom nivou sprovode se sa ciljem povećanja realizacije planiranih transportnih zadataka, povećanja iskorišćenja kapaciteta voznog parka, povećanja iskorišćenja tovarnog prostora vozila, povećanja kvaliteta obavljanja transportne usluge, smanjenja ukupnih troškova kapaciteta voznog parka, eksploatacije i održavanja po ostvarenom transportnom radu itd.

Primenjene mere na strateškom i taktičkom nivou upravljanja utiču na poboljšanje vrednosti pokazatelja. Neke od mera poboljšanja su:

- korigovanje postojećih Programa preventivnih intervencija na osnovu iskustva korisnika voznog parka (promena periodičnosti određenih preventivnih intervencija, preobraženje određenih korektivnih intervencija u preventivne i određivanje periodičnosti njihovog izvođenja, uvođenje novih intervencija održavanja u PPI i određivanje periodičnosti njihovog izvođenja, „brisanje“ određenih preventivnih intervencija iz PPI-a),
- poboljšanje strategije održavanja (povećanje udela preventivnog održavanja u ukupnom poslu održavanja, veća primena savremenih informacionih sistema na vozilima, itd.),
- poboljšanje strukture radnika u održavanju (na osnovu kvaliteta sprovedenih intervencija održavanja, poštovanja dogovorenih termina, prema udelu zahtevanih struka radnika itd.),
- promena primarnih specijalizovanih servisa „za treća lica“ u pogledu zadovoljenja definisanih kriterijuma kao npr. kvalitet sprovedenih intervencija

održavanja tj. broj ponovljenih intervencija održavanja, cena usluge, poštivanje dogovorenih vremenskih termina za sprovođenje intervencija održavanja, spremnost specijalizovanih servisa da minimiziraju vremenski period vozila u stanju „nespremno za rad“ itd,

- promena organizacije rada u održavanju (prestanak sprovođenja određene grupe radova održavanja u sopstvenim pogonima, uvođenje još jedne smene u sopstvenim pogonima za određene struke radnika, promena procedura održavanja opreme i alata, procedure primopredaje vozila, procedure prioriteta pri opsluzi vozila itd.),
- poboljšanje strukture voznog parka (nabavka vozila pogodnih KE grupa prema strukturi transportnih zahteva, prema ostvarenoj vrednosti pokazatelja upravljanja po KE grupama, prodaja ili otpis vozila nepogodnih KE grupa prema strukturi transportnih zahteva, prema ostvarenoj vrednosti pokazatelja upravljanja po KE grupama itd.),
- smanjenje broja vozila „u rezervi“ (A_r) (angažovanje određenih vozila „u rezervi“, otpis ili prodaja starijih vozila, zatim vozila nepogodnih KE grupa u odnosu na strukturu transportnih zahteva, kao i vozila „skupljih“ i nepovoljnih za održavanje itd.),
- ...

Nakon svake odluke o primeni određene mere ili skupa mera poboljšanja, upravljanje se postavlja na novo stanje i dalje se nastavlja vraćanjem na prvu fazu metodologije. Ponovo se određuje novi referentni period posmatranja, analizira struktura voznog parka po KE grupama, zahtevi OPR-a i okruženja, kao i sistem održavanja. Izračunava se ostvarena vrednost pokazatelja i „Ukupna ocena upravljanja“ za posmatrani period, kako bi se uporedili sa vrednostima iz prethodnog stanja upravljanja i time uočili efekti od primenjenih mera poboljšanja.

5.4 Očekivani efekti

Primenom metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja u posmatranim preduzećima nastoje se poboljšati vrednosti definisanih pokazatelja upravljanja i vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S). Preispituju se i utvrđuju potencijalni prostori i primenjuju se razne mere poboljšanja, čime se utiče na ostvarene vrednosti definisanih pokazatelja i na vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S).

Izračunavanjem i praćenjem ostvarenih vrednosti definisanih pokazatelja u posmatranom periodu, prema izrazima iz tabele 5.1, mere se postignuti efekti od primene određenih mera poboljšanja na različitim nivoima upravljanja. Kao rezultat primene razvijene metodologije, posmatrana preduzeća mogu ostvariti sledeće efekte:

- povećanje realizacije “Operativnog plana rada” voznog parka,
- povećanje energetske efikasnosti voznog parka,
- smanjenje broja vozila u „rezervi“ (A_r),
- smanjenje neplaniranih zahteva za održavanjem,
- smanjenje poremećaja u procesu održavanja,
- povećanje tehničke ispravnosti voznog parka,
- smanjenje udela tehnički neispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama i ostali.

Navedeni efekti treba zajedno da omogućе da se planirani transportni zadaci iz OPR-a, realizuju u što većoj meri sa ukupno što manjim troškovima transporta (troškovi eksploatacije i kapaciteta voznog parka) i održavanja, u posmatranom periodu, odnosno da se što racionalnije i efikasnije obavi zadati obim transportnog rada. Time je ostvaren postavljeni cilj razmatranih preduzeća, što predstavlja osnovnu svrhu primene metodologije integrisanog upravljanja procesom održavanja.

Preko izračunatih vrednosti pokazatelja može se, prema modelu sa relativnim težinama (tabela 5.7) i prema izrazu (38), izračunati vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S) u posmatranom periodu. To pokazuje u kojoj meri su rukovodioci efikasni pri sprovođenju aktivnosti upravljanja procesom održavanja.

5.4.1 Povećanje realizacije OPR-a

Poštovanjem kriterijuma integrisanog upravljanja, datih u izrazima (9) i (16), stvaraju se uslovi za postojanje vozila za rad pogodnih KE grupa u planiranim vremenskim momentima. Primenom mera za korigovanje PPI-a za određenu KE grupu vozila i mera za poboljšanje strategije održavanja u cilju poboljšanja vrednosti pokazatelja M_1 , povećava se verovatnoća da neće nastupiti otkaz vozila tokom obavljanja transportnog zadatka. Kao rezultat, poboljšana je realizacija OPR-a, što je izraženo pokazateljom T_1 . Prema tome, zadati obim transportnog rada obavljen je na efikasniji način.

U praksi je često slučaj da pokazatelj T_1 u određenom preduzeću ima visoku vrednost. Međutim, pitanje je koji je tkz. period strpljivosti (Δt) usvojen pri izračunavanju pokazatelja T_1 . Period strpljivosti (Δt) može da se definiše kao vremenski period čekanja na odabrano vozilo za realizaciju planiranog transportnog zadatka usled npr. sprovođenja intervencija održavanja na odabranom vozilu, povratka vozila sa prethodnog transportnog zadatka i sl. Ukoliko je usvojen znatno veliki period strpljivosti, planirani transportni zadaci iz OPR-a će biti realizovani, ali često sa izvesnim kašnjenjem isporuke robe klijentima. To utiče na kvalitet obavljene transportne usluge, a samim tim i na stepen zadovoljnih klijenata. U tom smislu, može da se kaže da usvojena vrednost perioda strpljivosti (Δt), između ostalih, određuje kvalitet obavljene transportne usluge.

5.4.2 Povećanje energetske efikasnosti voznog parka

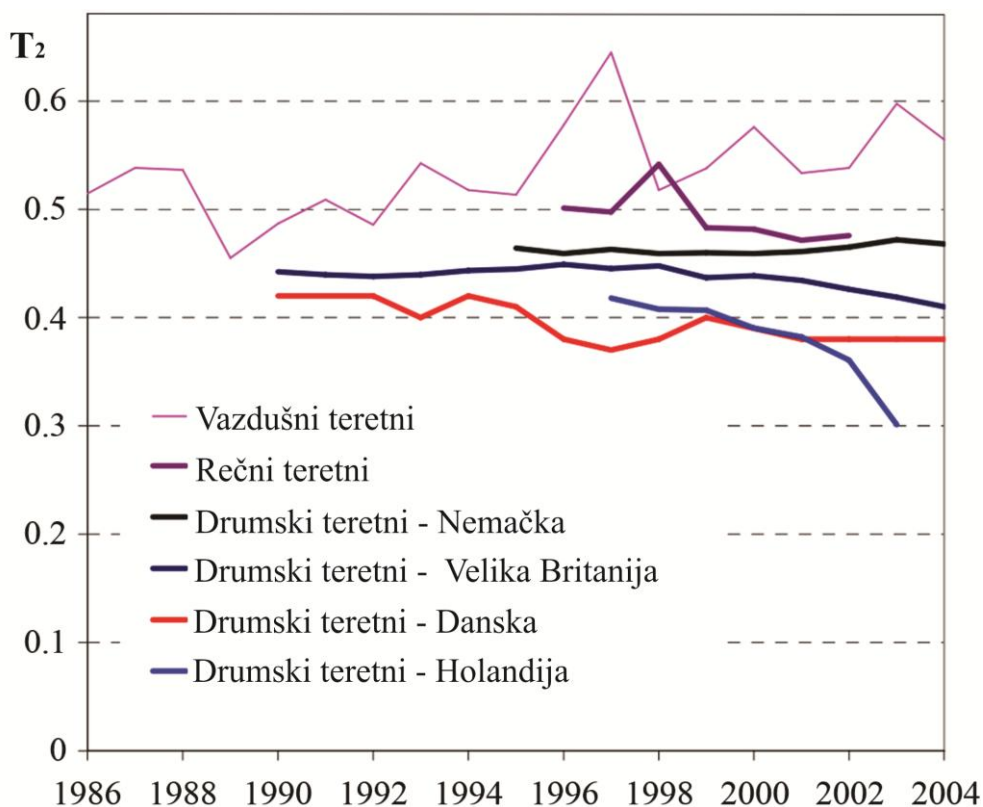
Energetska efikasnost drumskih voznih parkova može da se prikaže specifičnom potrošnjom goriva po obavljenom transportnom radu (u lit./tkm, lit./putnik-km, lit./100 tkm), prema (Ruzzenenti i Basosi, 2009), (Vujanović i ostali, 2010), (Vujanović i ostali, 2011). Autor u radovima (McKinnon, 1996), (McKinnon, 1999), koristi sličan pokazatelj izražen kroz obavljen transportni rad po jedinici utrošenog goriva (u tkm/lit).

Prema mnogim istraživanjima, kao jedna od značajnijih mera koja utiče na povećanje energetske efikasnosti voznog parka je bolje iskorišćenje tovarnog prostora vozila,

(McKinnon, 1999), (DETR, 2002), (Leonardi i Baumgartner, 2004), (Ruzzenenti i Basosi, 2009), (ICF International, 2009), (Kamakaté i Schipper, 2009), (Mijailović i ostali, 2009), (Momčilović i ostali, 2009), (Vujanović i ostali, 2010).

Iskorišćenje tovarnog prostora može da se prikaže preko koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila, koji predstavlja jedan od pokazatelja upravljanja procesom održavanja (pokazatelj T_2).

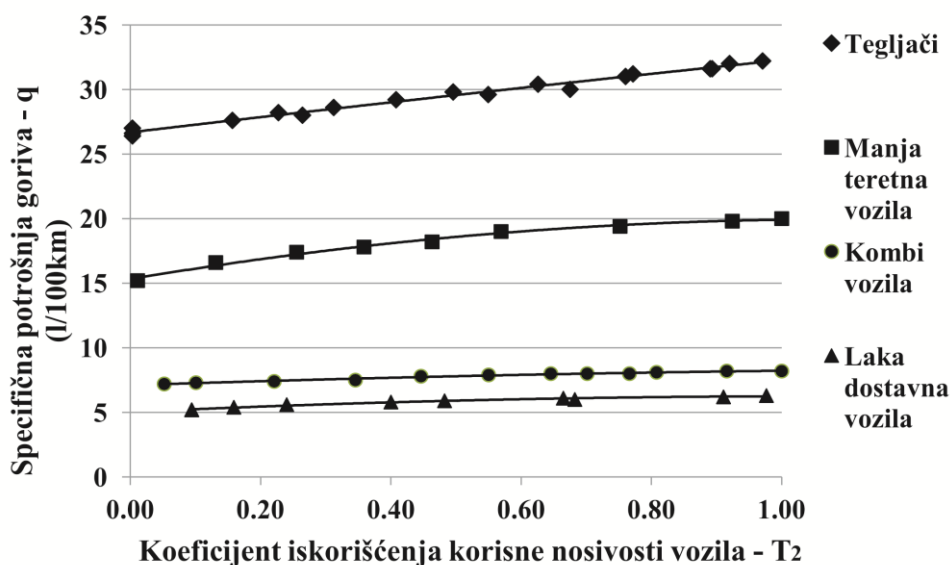
U svetu je u oblasti poboljšanja iskorišćenja tovarnog prostora ostvaren minimalan napredak, (Kamakaté i Schipper, 2009), (Ruzzenenti i Basosi, 2009). Osim toga, prema (EEA, 2006), u nekim od razvijenih zemalja EU prosečna vrednost iskorišćenja korisne nosivosti drumskih teretnih vozila neznatno raste (Nemačka), stagnira (Danska) ili čak opada (Velika Britanija i Holandija), što je prikazano na slici 5.4.



izvor: (EEA, 2006)

Slika 5.4: Vrednosti prosečnog koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila u teretnom vodnom i teretnom vazdušnom saobraćaju, kao i drumskih teretnih vozila u nekim zemljama EU, po godinama

Autori u radovima (Joumard i ostali, 2003), (Vujanović i ostali, 2010) zaključuju da dodatna količina tereta na vozilu utiče na povećanje specifične potrošnje goriva (u lit./100km). Međutim, povećanje specifične potrošnje goriva nije proporcionalno sa povećanjem mase tereta u vozilu. Na slici 5.5 prikazana je veza između specifične potrošnje goriva - q (u lit./100 km) i koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila (T_2), u okviru posmatranih grupa vozila. Analizom rezultata (slika 5.5) vidi se da specifična potrošnja goriva raste sa povećanjem mase tereta, odnosno povećanjem koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila, za svaku posmatranu grupu vozila. Međutim, povećanje mase tereta ne podrazumeva i proporcionalno povećanje specifične potrošnje goriva.



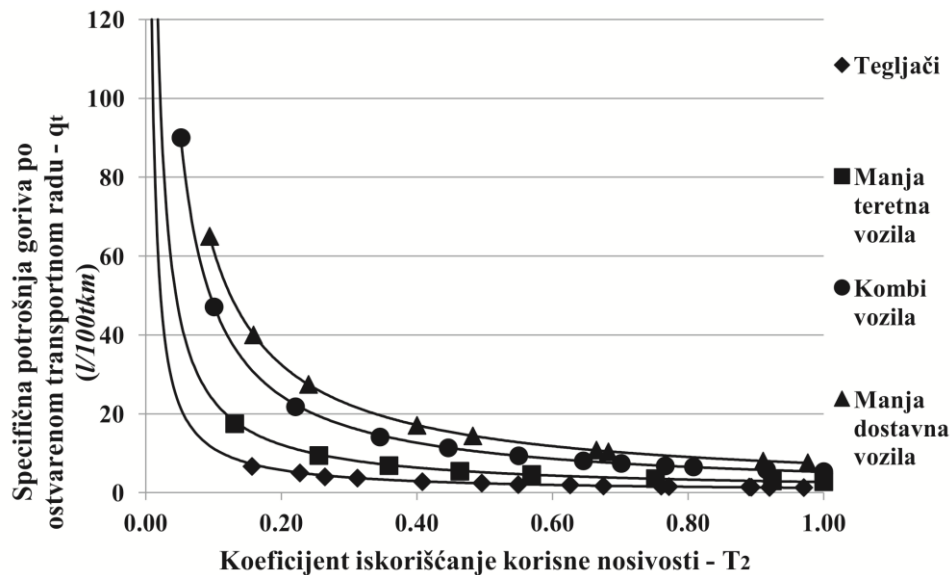
izvor: (Vujanović i ostali, 2010)

Slika 5.5: Specifična potrošnja goriva u zavisnosti od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po grupama drumskih komercijalnih vozila

Prema autorima (Vujanović i ostali, 2010), trenutni potencijal transportnog sektora za značajnije povećanje energetske efikasnosti voznog parka leži u povećanju iskorišćenja tovarnog prostora vozila. To podrazumeva upotrebu najpovoljnijeg vozila tokom sprovođenja posla dispečiranja, sa aspekta njegove nosivosti i tovarnog prostora, a u odnosu na količinu i zapreminu tereta koji se prevozi, u cilju ostvarivanja što veće vrednosti pokazatelja T_2 . Time se postiže smanjenje specifične potrošnje goriva po jedinici ostvarenog transportnog rada - q_t (u lit./100tkm), odnosno smanjenje ukupne

količine utrošenog goriva voznog parka za planirani obim transportnog rada, (slika 5.6). To doprinosi povećanju energetske efikasnosti voznog parka.

Na slici 5.6 prikazana je veza između specifične potrošnje goriva po obavljenom transportnom radu - q_t (u lit./100tkm) i koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila (pokazatelj T_2). Uočava se kako specifična potrošnja goriva po ostvarenom transportnom radu opada sa boljim popunjavanjem raspoloživog tovarnog prostora vozila i to kod svake posmatrane grupe vozila, a to je posebno izraženo kod grupa većih komercijalnih vozila, kao što su tegljači i manja teretna vozila.



izvor: (Vujanović i ostali, 2010)

Slika 5.6: Specifična potrošnja goriva po ostvarenom transportnom radu u zavisnosti od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po grupama drumskih komercijalnih vozila

Međutim, problem može da nastupi kada dispečeri prilikom raspoređivanja vozila na teransportne zadatke nemaju u potrebnom momentu, prema zahtevima OPR-a i okruženja, raspoloživo vozilo iz pogodne KE grupe u pogledu tovarnog prostora jer su sva ostala vozila iz posmatrane KE grupe ili u stanju „nespremno za rad“ ili na radu. Tada dispečeri biraju vozilo iz drugih manje pogodnih KE grupa, čime se povećava specifična potrošnja goriva po ostvarenom transportnom radu, pa je realizacija posmatranog transportnog zadatka manje racionalna. To utiče na povećanje ukupne potrošnje goriva za realizaciju planiranih transportnih zadataka.

Sprovedenjem kriterijuma integrisanog upravljanja procesom održavanja, datog u izrazu (9), kao i primenom mere poboljšanja strukture voznog parka prema strukturi transportnih zahteva obezbeđuje se, između ostalog, da u potrebnim vremenskim momentima za realizaciju transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a i okruženja, postoje vozila u stanju „spremno za rad“ pogodnih KE grupa, sa aspekta nosivosti tovarnog prostora vozila. Upotrebom vozila pogodnih KE grupa za realizaciju planiranih transportnih zadataka povećava se iskorišćenje tovarnog prostora vozila. Prema (Vujanović i ostali, 2010), to doprinosi poboljšanju energetske efikasnosti voznog parka za zadati obim transportnog rada. Na ovaj način manji su eksploatacioni troškovi voznog parka, odnosno zadati OPR je obavljen na racionalniji način.

5.4.3 Smanjenje broja vozila „u rezervi“

Razmatrana preduzeća često poseduju znatno veći broj vozila nego što je to neophodno za realizaciju OPR-a. Razlog za to često leži u neefikasnom upravljanju procesom održavanja voznog parka. Kako bi ostvarili visoku realizaciju OPR-a, izraženu pokazateljom T_1 , razmatrana preduzeća poseduju izvestan „višak“ vozila koja se koriste za rad kao zamena za vozila na održavanju. Ovaj „višak“ vozila predstavlja broj vozila „u rezervi“ (A_r), koji je prikazan izrazom (17). Kao rezultat, visoka je realizacija OPR-a, ali sa visokim troškovima kapaciteta (registracija, osiguranje i sl.) i održavanja voznog parka po obavljenom transportnom radu. Prema tome, transportni zadaci iz OPR-a su obavljani sa neracionalnim voznim parkom.

Zadovoljenjem kriterijuma integrisanog upravljanja, datog u izrazu (16), utvrđuju se vremenski periodi za sprovođenje intervencija održavanja vozila određenih KE grupa, koji su najčešće u periodima kada posmatrana vozila nisu potrebna za realizaciju transportnih zadataka, prema zahtevima OPR-a i u skladu sa okruženjem. Time se stvaraju uslovi za smanjenjem broja vozila A_r . Mera smanjenja broja A_r ostvaruje se kroz prodaju, odnosno otpis „nepogodnih“ vozila, prema različitim kriterijumima (npr. prema troškovima u održavanju vozila), čime se smanjuju troškovi kapaciteta i održavanja voznog parka po obavljenom transportnom radu. Smanjenjem broja vozila A_r poboljšava se vrednosti pokazatelja T_3 .

5.4.4 Smanjenje neplaniranih zahteva za održavanjem

Korigovanjem intervencija održavanja iz PPI-a za određene grupe vozila na osnovu iskustvu korisnika voznog parka (uslovi eksploatacije, zahtevi OPR-a, istorija ispostavljenih zahteva za održavanjem itd.), promenom strategije održavanja, prodajom ili otpisom vozila „skupih“ za održavanje itd. utiče se na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_1 . Poboljšanjem vrednosti pokazatelja M_1 smanjuje se pojava iznenadnih neplaniranih zahteva za održavanjem u posmatranom periodu. To utiče na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_4 . Poboljšanjem vrednosti pokazatelja M_1 i M_4 utiče se na efikasnije upravljanje procesom održavanja. Pored toga, manji broj neplaniranih zahteva za održavanjem često doprinosi manjim troškovima održavanja po ostvarenom transportnom radu.

5.4.5 Smanjenje poremećaja u procesu održavanja

Primenom navedenih mera poboljšanja na operativnom, taktičkom i strateškom nivou upravljanja u okviru posmatrane metodologije utiče se na smanjenje poremećaja u procesu realizacije planiranih intervencija održavanja. Manji broj ovih poremećaja doprinosi poboljšanju vrednosti pokazatelja M_2 i poboljšanju realizacije PO-a (pokazatelj M_3). Osim toga, to utiče i na poboljšanje pokazatelja ISNR. Poboljšanje vrednosti navedenih pokazatelja zajedno doprinosi efikasnijem upravljanju procesom održavanja.

5.4.6 Povećanje tehničke ispravnosti voznog parka

Primenom mera korigovanja PPI-a na osnovu iskustva korisnika, poboljšanja strategije održavanja, izmene skupa primarnih specijalizovanih servisa „za treća lica“, poboljšanja strukture voznog parka, poboljšanja strukture radnika u održavanju itd. deluje se na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_1 . To doprinosi smanjenju broja vozila sa otkazima ili sa neispravnostima, odnosno smanjenju broja neplaniranih zahteva za održavanjem u određenom periodu posmatranja. To utiče na povećanje procenta tehničke ispravnosti voznog parka u posmatranom periodu, odnosno na povećanje vrednosti pokazatelja E_1 ,

što je od posebnog značaja za određene segmente okruženja. Pored toga, manji je broj vozila koji su zbog tehničke neispravnosti u stanju „nespremno za rad“ u posmatranom periodu.

5.4.7 Smanjenje tehnički neispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama

Primenom navedenih mera poboljšanja u okviru razvijene metodologije deluje se na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_1 i M_4 . To doprinosi smanjenju udela tehnički neispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama, odnosno doprinosi poboljšanju vrednosti pokazatelja E_2 , što je od posebnog značaja za određene aspekte okruženja. Pored toga, saobraćajni udesi sa tehnički neispravnim vozilima često dovode do velikih oštećenja na vozilima i do potrebe da se na oštećenim vozilima obavi veliki obim rada u održavanju. To za posledicu ima da posmatrana vozila često ostaju duži period vremena u stanju „nespremno za rad“, čime se pogoršava vrednost pokazatelja M_2 . Poboljšanjem vrednosti pokazatelja E_2 manje je srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“ (pokazatelj M_2), u okviru posmatranog perioda.

6. OSTVARENI REZULTATI

Metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja voznih parkova sprovedena je u preduzeću „Delmax“ d.o.o. iz Stare Pazove. Primarna delatnost ovog preduzeća je prodaja i distribucija rezervnih delova drumskih putničkih vozila. Distribucija rezervnih delova obavlja se svakodnevno na utvrđenim linijama na teritoriji Republike Srbije. Za potrebe distribucije posmatrano preduzeće poseduje sopstveni drumski vozni park, sastavljen od vozila različitih konstrukcionih i tehničko-eksploatacionih karakteristika, različitih proizvođača i modela. Cilj razmatranog preduzeća je, između ostalog, da isporuči klijentima zahtevane rezervne delove u naznačenom vremenskom periodu.

U narednom tekstu opisaće se postupak sprovođenja metodologije integrisanog upravljanja u razmatranom preduzeću i prikazaće se ostvareni rezultati.

U prvoj fazi metodologije definisano je referentno, postojeće stanje upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću. U tom smislu, određen je referentni period posmatranja, prikazana je struktura voznog parka po definisanim KE grupama vozila, utvrđeni su zahtevi OPR-a i okruženja, analizirano je postojeće stanje sistema održavanja, izračunate su vrednosti pokazatelja i vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ u referentnom periodu, primenom razvijenog modela.

Za referentni period posmatranja usvojen je period januar-februar, 2011. godine. Pored ovog perioda, definisan je i vremenski period u okviru kojeg će se vrednovati efekti od

sprovedenih mera poboljšanja u okviru integrisanog upravljanja, odnosno period mart-avgust, 2011. godine.

U okviru aktivnosti strateškog upravljanja procesom održavanja analizirana su osnovna sredstva u preduzeću, u referentnom periodu. U doktorskoj disertaciji kao osnovna sredstva u preduzeću posmatrana su vozila koja se koriste za potrebe transportnog procesa, odnosno za potrebe distribucije automobilskih rezervnih delova. U prilogu 2 prikazan je vozni park razmatranog preduzeća u referentnom periodu sa nekim od osnovnih konstrukcionih i tehničko-eksploatacionih karakteristika vozila. Na osnovu pomenutih karakteristika definisane su sledeće KE grupe vozila:

- KE1 - manja teretna vozila ukupne dozvoljene mase do 15 000 kg;
- KE2 - kombi vozila ukupne dozvoljene mase do 3 500 kg;
- KE3 - manja dostavna vozila ukupne dozvoljene mase do 2 500 kg.

Vozila su raspoređena po definisanim KE grupama, odnosno izvršena je pripadnost vozila određenoj KE grupi. Time je određena struktura voznog parka po KE grupama (tabela 6.1). U referentnom periodu vozni park ima ukupno 16 vozila, pri čemu je najveće učešće vozila iz grupe KE2, odnosno iz grupe kombi vozila ukupne dozvoljene mase do 3500 kg i iznosi 75%. Najmanje učešće vozila je iz grupe KE3, kojoj pripada svega 6% ukupnog broja vozila.

Tabela 6.1: Struktura voznog parka po KE grupama u „Delmax“ d.o.o., u referentnom periodu

Referentni period	KE grupa vozila	Broj vozila	Ukupno vozila
januar, februar, 2011. godine	KE1	3	16
	KE2	12	
	KE3	1	

U cilju efikasne realizacije zahteva OPR-a, vozni park je razmešten na dve lokacije. Na lokaciji u Staroj Pazovi, gde je i sedište preduzeća, nalazi se 14 vozila, dok na lokaciji u Nišu postoje 2 vozila, koja pripadaju grupi KE2.

U okviru aktivnosti upravljanja na strateškom nivou, utvrđeni su zahtevi OPR-a i okruženja i analizirani su podaci o radu voznog parka u referentnom periodu. Vozila realizuju transportne zadatke po unapred definisanim linijama. U tabeli 6.2 dat je prikaz linija sa planiranim momentima polazaka i dolazaka i pogodnom KE grupom vozila za rad po danima, što predstavlja zahteve OPR-a na nedeljnom nivou u referentnom periodu posmatranja. Većina vozila se istog dana vraćaju sa transportnog zadatka, a neka obavljaju i dva zadatka u toku jednog dana, dok se manji broj vozila vraćaju narednog dana. Na pojedinim linijama vozila obavljaju transportnu uslugu svakog radnog dana, dok na nekim linijama samo određenim danima. Rad vozila na posmatranim linijama ponavlja se svake nedelje. Analizom istorije transportnih zahteva klijenata orijentaciono su poznate količine tereta koje se prevoze za svaku posmatranu liniju u toku određenog dana, što je značajno kod određivanja pogodne KE grupe vozila za obavljanje transportne usluge na svakoj navedenoj liniji.

Na osnovu analize rada voznog parka, ustanovljeno je da su vozila u referentnim mesecima ukupno prešla 186 122 km i obavila transportni rad od 111 249 tkm, dok je specifična potrošnja goriva voznog parka po obavljenom transportnom radu iznosila 18,04 litara/100 tkm, (tabela 6.8).

Na osnovu analize stanja sistema održavanja posmatranog voznog parka u referentnom periodu, utvrđeno je da preduzeće ne poseduje sopstvene kapacitete za održavanje vozila, već koristi usluge specijalizovanih servisa „za treća lica“. U prilogu 3 dat je pregled prioriternih specijalizovanih servisa koji sprovode različite intervencije održavanja na posmatranom voznom parku. Iz priloga 3 vidi se da je većina posmatranih specijalizovanih servisa razmeštena u Beogradu, Novom Sadu, Nišu i Staroj Pazovi.

Utvrđeno je da aktivnosti upravljanja procesom održavanja na strateškom nivou sprovodi vlasnik preduzeća uz pomoć menadžera transporta, aktivnosti na taktičkom nivou obavlja menadžer transporta, dok aktivnosti na operativnom nivou obavljaju menadžera i supervizor transporta.

Tabela 6.2: Prikaz zahteva OPR-a u „Delmax“ d.o.o. na nedeljnom nivou

Naziv linije	Dani rada linije	Planirano vreme polaska	Planirano vreme povratka	Pogodna KE grupa vozila
ST. PAZOVA - BEOGRAD 1	Pon.-Petak / Subota	09:30 / 10:30 h	12:00 / 16:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - BEOGRAD 2	Pon.-Petak / Subota	10:35 / 10:30 h	17:00 / 15:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - BEOGRAD 3	Pon.-Petak / Subota	10:55 / 10:30 h	16:30 / 15:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - BEOGRAD 4	Pon., Uto., Čet.,	11:50 h	17:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - BEOGRAD 5	Pon.-Petak / Subota	12:30 / 10:30 h	17:00 / 15:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - BEOGRAD 6	Pon.-Petak / Subota	12:35 / 10:30 h	18:00 / 16:00 h	KE2, KE3
ST. PAZOVA - NOVI SAD	Pon.-Petak / Sub.	13:00 / 10:00 h	18:00 / 14:00 h	KE2
ST. PAZOVA – SUBOTICA	Ponedeljak - Petak	06:00 h	15:00 h	KE2
ST. PAZOVA - ŠABAC-ŠID	Ponedeljak - Petak	07:00 h	17:00 h	KE2
ST. PAZOVA - BOR-ZAJEČAR	Pon., Četvrtak	05:00 h	17.30 h	KE2
ST. PAZOVA – SOMBOR	Pon. / Četvrtak	7:30 / 8:00 h	19:00 / 18:00 h	KE1
ST. PAZ. - UŽICE-PRIJEPOLJE	Utorak, Petak	05:00 h	20:00 h	KE2
ST. PAZOVA - NOVI PAZAR	Ponedeljak	08:30 h	Utorak 13:30h	KE1
ST. PAZOVA – LOZNICA	Utorak, Petak	08:00 h	19:00 h	KE2
ST. PAZ. - KRALJEVO-ČAČAK	Sreda, Subota	05:00 h	15:00 h	KE1
ST. PAZ. - VRŠAC-SMEDEREV.	Sreda, Subota	06:00 h	16:00 h	KE2
ST. PAZOVA - KIKINDA-BEČEJ	Sreda / Subota	07:30 / 06:00 h	18:00 / 15:00 h	KE1
ST. PAZOVA - BEOGRAD 4-UB	Sreda / Subota	11:50 / 10:30 h	18:00 / 17:00 h	KE2
ST. PAZOVA – NIŠ	Nedelja / Sreda	15:00 / 17:00 h	Pon. 14:00 / Čet. 16:00 h	KE1
NIŠ - LESKOVAC-VRANJE	Pon., Četvrtak	08:00 h	17:00 h	KE2
NIŠ - PROKUPLJE-KURŠUML.	Pon., Četvrtak	08:00 h	17:00 h	KE2
ST. PAZOVA - NIŠ – Kragujevac	Pon., Četvrtak	18:00 h	Uto., Pet. 20:30 h	KE1
NIŠ – PIROT	Utorak, Petak	08:00 h	18:00 h	KE2
NIŠ-ALEKSINAC-KNJAŽEVAC	Utorak, Petak	08:00 h	18:00 h	KE2
ST. PAZ.-BEČEJ-VRBAS-KULA	Subota	07:30 h	17:00 h	KE1

U referentnom periodu posmatranja zahtevi za preventivnim intervencijama održavanja u okviru PPI-a ispostavljeni su prema intervalima datim u prilogu 4. Zahtevi za intervencijama nege vozila ispostavljeni su prema potrebi, najčešće 1 do 2 puta u toku meseca, po jednom vozilu. Zahtevi za intervencijama tehničkog pregleda vozila ispostavljaju se 2 puta godišnje. Nisu sprovedene kontrolne intervencije održavanja na vozilima u referentnom periodu. Zahtevi za intervencijama opravki od otkaza i neispravnosti vozila ispostavljeni su prema opisanim procedurama, (poglavlje 2.9).

Na osnovu snimanja podataka i izvršene analize o radu i održavanju posmatranog voznog parka izračunate su ostvarene vrednosti definisanih pokazatelja upravljanja procesom održavanja u referentnom periodu, (tabela 6.3).

Snimanjem vremenskih trenutaka polazaka i dolazaka vozila sa transportnih zadataka u referentnom periodu i upoređenjem sa planiranim momentima iz OPR-a, (tabela 6.2), izračunata je vrednost pokazatelja T_1 , koja iznosi 90,96 %. Svi polasci i dolasci vozila sa transportnih zadataka smatrani su realizovanim, ako vozila u polasku i dolasku nisu kasnila više od 30 minuta u odnosu na planirane momente.

Analizom podataka o radu voznog parka izračunat je ostvareni transportni rad vozila po danima na svakoj liniji, u referentnom periodu. Upoređenjem ostvarenog transportnog rada vozila sa maksimalnim transportnim radom, kada je vozilo tokom cele dužine linije opterećeno teretom sa 100% svoje korisne nosivosti, izračunata je vrednost pokazatelja T_2 , koja u referentnom periodu iznosi 27,79 %.

Na osnovu analize podataka o radu voznog parka utvrđen je najveći neophodan broj vozila po danima za realizaciju zahteva OPR-a u funkciji vremena, odnosno $A_{nmax}(t)$, u referentnom periodu. Upoređenjem najvećeg neophodnog broja vozila po danima i ukupnog broja vozila (tabela 6.1), izračunata je vrednost pokazatelja T_3 koja u referentnom periodu iznosi 83,33 %.

Vrednost pokazatelja M_1 izračunata je upoređenjem ukupnog pređenog rastojanja voznog parka sa brojem neispravnosti i otkaza vozila u referentnom periodu i iznosi 7445 km. Broj događaja neispravnosti i otkaza vozila koji su se pojavili u referentnom periodu utvrđeni su analizom podataka o održavanju voznog parka.

Vrednost pokazatelja M_2 u referentnom periodu iznosi 3,3 h, što je dobijeno upoređenjem ukupnog vremena voznog parka provedenog u stanju „nespremno za rad“ i broja neispravnosti i otkaza vozila, u posmatranom periodu. Na osnovu analize podataka o održavanju voznog parka izračunat je vremenski period tokom kojeg su vozila provela u stanju „nespremno za rad“, u referentnom periodu.

Na osnovu obavljenih razgovora sa menadžerom i supervizorom transporta, kao i na osnovu analize podataka o održavanju voznog parka, utvrđen je broj događaja kada su poštovani dogovoreni vremenski termini za sprovođenje intervencija održavanja od strane određenih specijalizovanih servisa „za treća lica“, u referentnom periodu. Dogovoreni vremenski termin smatran je realizovanim ukoliko momenti početka i završetka sprovođenja intervencija održavanja nisu sa kašnjenjem dužim od 30 minuta, u odnosu na dogovorene momente. Upoređenjem broja događaja kada su poštovani dogovoreni vremenski termini i ukupnog broja događaja pojave vozila u pogonima za održavanje sa dogovorenim vremenskim terminima u referentnom periodu, izračunata je vrednost pokazatelja M_3 koja iznosi 55,71 %.

Upoređenjem broja događaja pojave vozila u pogonu za održavanje zbog sprovođenja preventivnih intervencija i broja događaja pojave vozila u pogonu za održavanje zbog sprovođenja svih intervencija održavanja u referentnom periodu, izračunata je vrednost pokazatelja M_4 koja iznosi 64,29 %.

Analizom podataka o održavanju voznog parka utvrđen je broj obavljanja intervencija tehničkog pregleda, u referentnom periodu. Na osnovu obavljenih razgovora sa menadžerom i supervizorom transporta utvrđeno je da u referentnom periodu nije bilo tehnički neispravnih vozila tokom sprovođenja intervencija tehničkog pregleda, na osnovu čega je izračunata vrednost pokazatelja E_1 koja iznosi 100%.

Na osnovu obavljenih razgovora sa menadžerom i supervizorom transporta, kao i na osnovu analize podataka o održavanju voznog parka, utvrđena je pojava četiri saobraćajna udesa, u referentnom periodu. Međutim, nije bilo tehnički neispravnih vozila koji bi bili razlog nastanku saobraćajnog udesa, već je reč o manjim oštećenjima na karoseriji vozila. Prema tome, vrednost pokazatelja E_2 u referentnom periodu iznosi 100%.

Na osnovu izračunatih vrednosti pokazatelja u referentnom periodu, svakom pokazatelju je dodeljena ocena između 1 i 5 (ocena 1 najlošija, a ocena 5 najbolja) prema ekspertski utvrđenim graničnim vrednostima za ocenjivanje (prilog 5).

Tabela 6.3: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“ d.o.o., u referentnom periodu

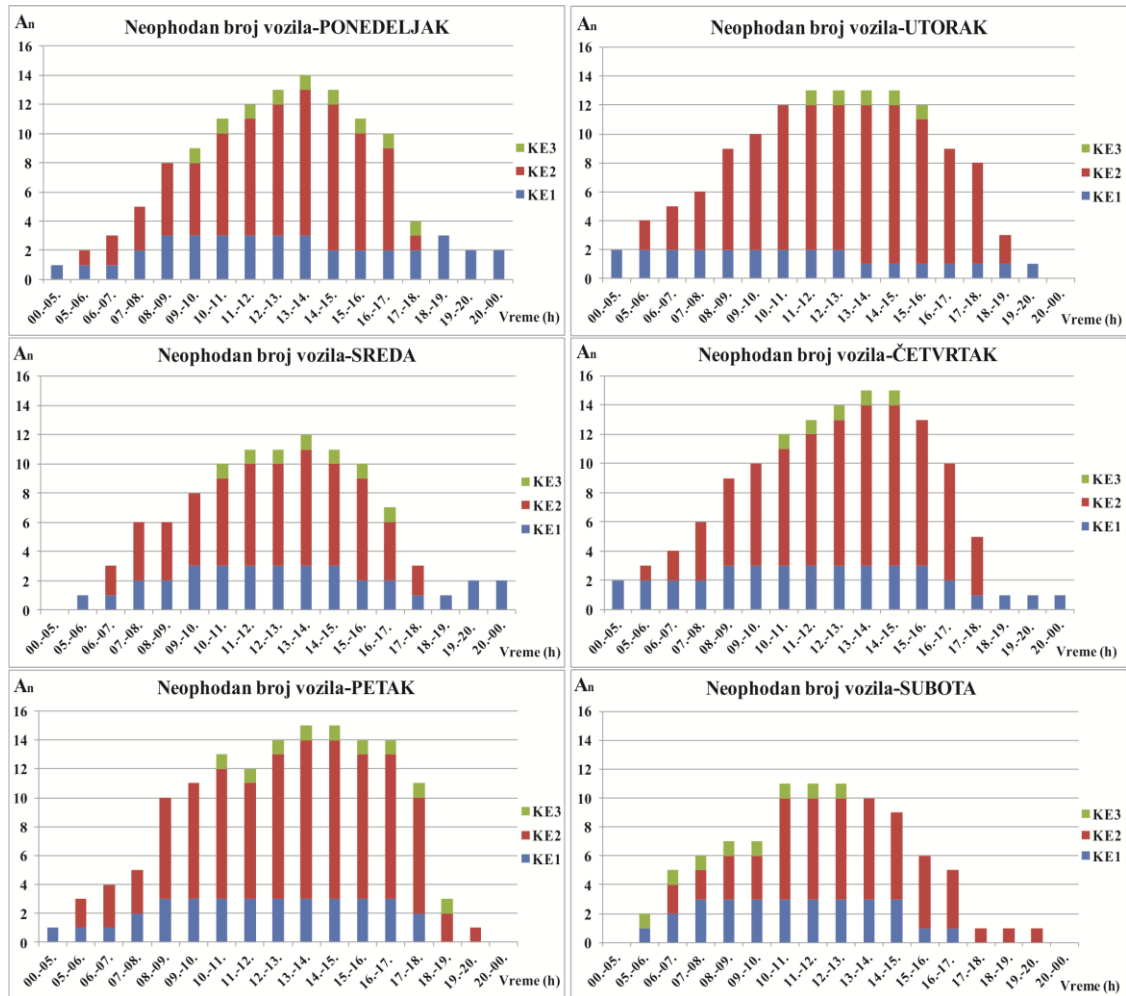
Pokazatelj upravljanja	Ostvarena vrednost	Ocena pokazatelja	Vrednost faktora pokazatelja po modelu	Ostvarena ocena pokazatelja po modelu
T _{1p}	90,96 %	3.20	0.195	0.624
T _{2p}	27,79 %	2.55	0.169	0.431
T _{3p}	83,33 %	3.66	0.108	0.395
M _{1p}	7445 km	1.00	0.044	0.044
M _{2p}	3,3 h	2.70	0.122	0.329
M _{3p}	55,71 %	2.07	0.233	0.482
M _{4p}	64,29 %	2.93	0.032	0.094
E _{1p}	100 %	5.00	0.051	0.255
E _{2p}	100 %	5.00	0.046	0.230
Ukupna ocena upravljanja (S_p)				2.885

Na osnovu dodeljene ocene svakom pokazatelju izračunata je, prema modelu i prema izrazu (38), vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S_p) u referentnom periodu i iznosi 2,885.

U okviru druge faze metodologije izvršene su pripreme određenih uslova kako bi se omogućilo sprovođenje integrisanog upravljanja procesom održavanja.

U tom smislu, na osnovu zahteva OPR-a (tabela 6.2) i okruženja, kao i izraza (5) i (6) određen je neophodan broj vozila za rad po definisanim KE grupama, u funkciji vremena. Kao reprezentativni vremenski interval, koji dovoljno dobro prikazuje promene broja neophodnih vozila za rad u okviru jednog dana, usvojen je jedan čas. Prema tome, za realizaciju transportnih zadataka, poštujući zahteve OPR-a i okruženja (tabela 6.2), utvrđen je broj $A_n(t)$ po jednočasovnim vremenskim intervalima, (slika 6.1). U periodima gde nema značajnih promena u broju neophodnih vozila za rad posmatrani vremenski intervali su duži, kao što je to slučaj za period od 24 časa do 05 časova i od 20 časova do 24 časa. Prema slici 6.1, broj neophodnih vozila za rad $A_n(t)$ određen je zbog zahteva OPR-a i okruženja za svaki radni dan posebno. Kako se ovi zahtevi za isti dan ponavljaju po nedeljama, onda se utvrđeni neophodan broj vozila za rad, prikazan na slici 6.1, odnosi na referentni period posmatranja.

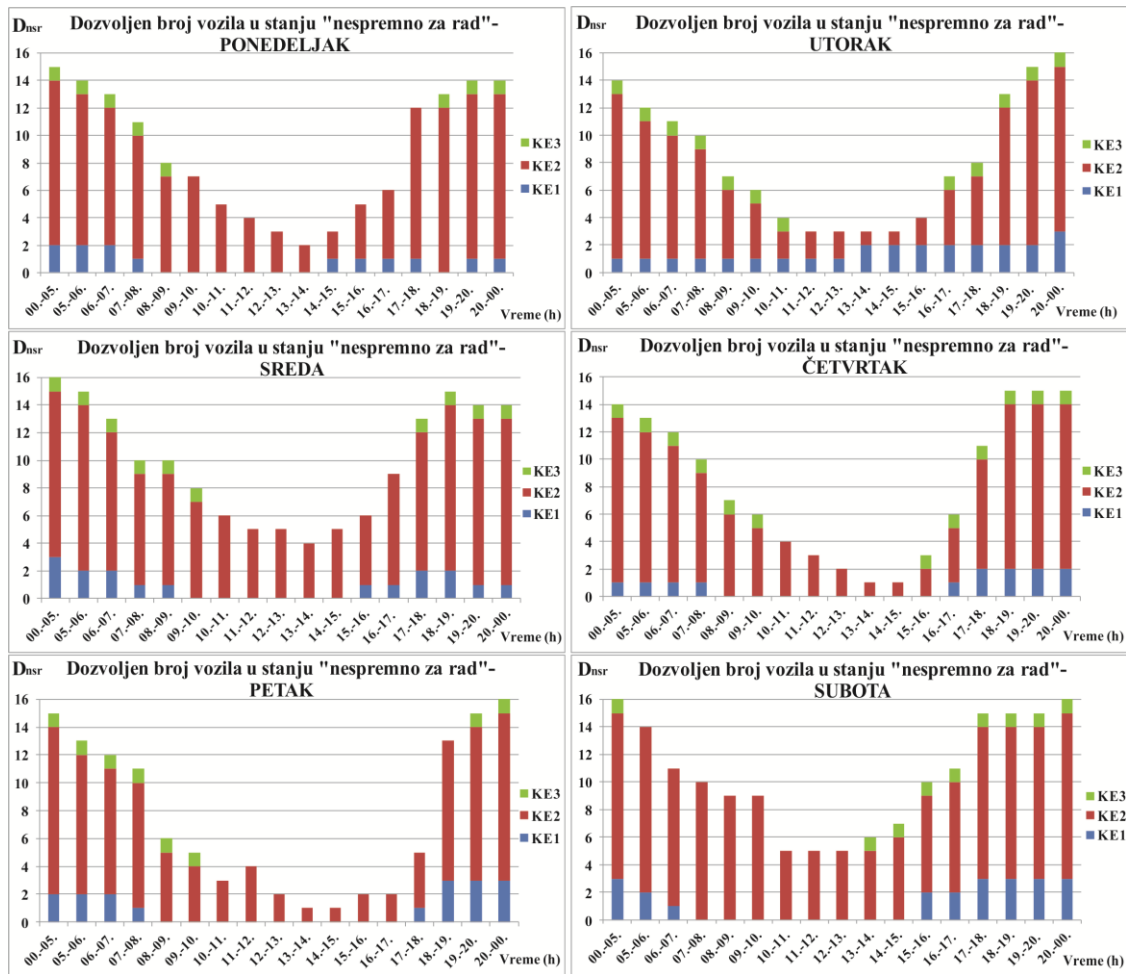
Poznavanje broja $A_n(t)$ po danima značajno je prilikom sprovođenja aktivnosti operativnog upravljanja procesom održavanja, kao i za izračunavanje vrednosti pokazatelja T_3 . Kako je prikazano na slici 6.1, a prema izrazu (7), najveći broj neophodnih vozila za rad A_{nmax} iznosi ponedeljkom 14 vozila, utorkom 13 vozila, sredom 12 vozila, četvrtkom i petkom 15 vozila, a subotom 11 vozila.



Slika 6.1: Neophodan broj vozila za rad po KE grupama u „Delmax“ d.o.o., po vremenskim intervalima u toku dana

Na osnovu utvrđenog broja neophodnih vozila za rad po KE grupama, prema izrazima (10) i (11) određen je dozvoljen broj vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama u funkciji vremena. Ovde je takođe usvojen jedan čas za reprezentativni vremenski interval, koji dovoljno dobro prikazuje promene dozvoljenog broja vozila u stanju „nespremno za rad“ u okviru jednog dana. Prema tome, definisan je broj $D_{nsr}(t)$

po jednočasovnim vremenskim intervalima (slika 6.2), poštujući pri tome zahteve OPR-a i okruženja (tabela 6.2). U periodima gde nema značajnijih promena u dozvoljenom broju vozila u stanju „nespremno za rad“, posmatrani vremenski intervali su duži, kao što je to slučaj za period od 24 časa do 05 časova i od 20 časova do 24 časa. Zbog zahteva OPR-a i okruženja broj $D_{nsr}(t)$ je određen za svaki radni dan posebno. Pošto se posmatrani zahtevi u toku istog dana ponavljaju po nedeljama, utvrđeni broj $D_{nsr}(t)$ prikazan na slici 6.2 odnosi se na referentni period posmatranja.



Slika 6.2: Dozvoljen broj vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama u „Delmax“ d.o.o., po vremenskim intervalima u toku dana

Poznavanje $D_{nsr}(t)$ takođe je značajno prilikom sprovođenja aktivnosti operativnog upravljanja procesom održavanja. Kao što se vidi na slici 6.2, a prema izrazu (12), najveći dozvoljen broj vozila u stanju „nespremno za rad“ (D_{nsrmax}), poštujući zahteve

OPR-a i okruženja, iznosi utorkom, sredom, petkom i subotom 16 vozila, dok ponedjeljkom i četvrtkom 15 vozila. Periodi kada se u toku dana pojavljuje D_{nsrmax} su večernji od 20 do 24h i jutarnji od 00 do 05h. Pored toga, najmanji dozvoljeni broj vozila u stanju „nespremno za rad“, poštujući zahteve OPR-a i okruženja, najčešće se u toku dana pojavljuje u periodu od 11 do 16h.

Prema PBM koncepciji, a na osnovu izračunatih postojećih vrednosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja u referentnom periodu (tabela 6.3), u okviru druge faze metodologije ekspertske su utvrđene granične vrednosti posmatranih pokazatelja, odnosno T_{1g} , T_{2g} , T_{3g} , M_{1g} , M_{2g} , M_{3g} , M_{4g} , E_{1g} , E_{2g} , koji se odnose za period meseca marta i aprila, 2011. godine (tabela 6.4). Pri određivanju graničnih vrednosti pokazatelja upravljanja zadovoljen je izraz (39).

Definisanjem $A_n(t)$ i $D_{nsr}(t)$ po KE grupama vozila za referentni period i utvrđivanjem graničnih vrednosti posmatranih pokazatelja izvršena je priprema uslova za sprovođenje integrisanog upravljanja procesom održavanja.

Tabela 6.4: Granične vrednosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja u „Delmax“ d.o.o., po periodima posmatranja u 2011. godini

Pokazatelj upravljanja	Granična vrednost za period		
	mart-april, 2011.g.	maj-jun, 2011.g.	jul-august, 2011.g.
T_{1g}	93 %	96 %	96 %
T_{2g}	28 %	29 %	29 %
T_{3g}	88 %	88 %	88 %
M_{1g}	10 000 km	10 000 km	10 000 km
M_{2g}	3,1 h	3,1 h	3,1 h
M_{3g}	60 %	65 %	65 %
M_{4g}	68 %	70 %	70 %
E_{1g}	100 %	100 %	100 %
E_{2g}	100 %	100 %	100 %

Početak marta, 2011. godine otpočeto je sa sprovođenjem kriterijuma integrisanog upravljanja procesom održavanja. Poznavanjem brojeva $A_n(t)$ i $D_{nsr}(t)$ po KE grupama

vozila i poštovanjem kriterijuma prikazanih izrazima (9) i (16) uočene su određene rezerve za poboljšanje upravljanja.

U tom smislu, sprovedena je mera smanjenja broja vozila „u rezervi“ (A_r) sa ciljem poboljšanja iskorišćenja kapaciteta voznog parka. Na osnovu tehničko-eksploatacionih karakteristika vozila i ostvarenih vrednosti pokazatelja M_1 i M_2 po vozilima u referentnom periodu, izvršena je prodaja jednog vozila iz grupe KE2. Osim što je za naredna dva meseca (mart i april) poboljšana vrednost pokazatelja T_3 (tabela 6.5) u odnosu na vrednost iz referentnog perioda, ova strateška mera uticala je i na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_1 . To je rezultiralo poboljšanjem pokazatelja M_2 i M_4 zbog manjeg obima posla održavanja usled neplaniranih neispravnosti i otkaza, ali i doprinelo smanjenju troškova održavanja po obavljenom transportnom radu.

Usled manjeg broja vozila „u rezervi“ postala je veća potreba za efikasnijim planiranjem posla održavanja u cilju raspolaganja sa vozilima u stanju „spremno za rad“ pogodnih KE grupa u potrebnim vremenskim momentima, prema zahtevima OPR-a i okruženja. U tom smislu, insistiranjem na poštovanju dogovorenih vremenskih termina za sprovođenje intervencija održavanja poboljšana je realizacija PO-a, odnosno poboljšana je vrednost pokazatelja M_3 u periodu mart-april, 2011. godine (tabela 6.5) u odnosu na vrednost iz referentnog perioda. Ovo poboljšanje ostvareno je, između ostalog, zbog smanjenja broja događaja pojave neispravnosti i otkaza na vozilima u posmatranom periodu. Bolja realizacija dogovorenih vremenskih termina za sprovođenje intervencija održavanja rezultirala je i poboljšanjem vrednosti pokazatelja T_1 i T_2 u odnosu na referentni period.

Kao što je prikazano u tabeli 6.5, ostvarene vrednosti svih pokazatelja upravljanja na kraju perioda mart-april, 2011. godine bolje su ili jednake od usvojenih graničnih vrednosti (tabela 6.4), pa je zadovoljen uslov prikazan izrazom (40). Prema modelu, vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ za period mart-april iznosi 3,42.

Kako je za period mart-april zadovoljen uslov u izrazu (40), prema metodologiji integrisanog upravljanja ekspertski su utvrđene nove poboljšane granične vrednosti za određene pokazatelje upravljanja za period maj-jun, 2011. godine (tabela 6.4). U cilju

daljeg poboljšanja posmatranih pokazatelja sprovedene su određene mere upravljanja procesom održavanja na operativnom nivou.

Tabela 6.5: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“ d.o.o., u periodu mart- april, 2011. godine

Pokazatelj upravljanja	Ostvarena vrednost	Ocena pokazatelja	Vrednost faktora pokazatelja po modelu	Ostvarena ocena pokazatelja po modelu
T ₁	93,48 %	3,70	0.195	0,722
T ₂	28,12 %	2,62	0.169	0,443
T ₃	88,89 %	4,77	0.108	0,515
M ₁	10 333 km	3,17	0.044	0,139
M ₂	3,05 h	2,95	0.122	0,360
M ₃	62,90 %	2,79	0.233	0,650
M ₄	69,35 %	3,44	0.032	0,110
E ₁	100 %	5.00	0.051	0,255
E ₂	100 %	5.00	0.046	0,230
Ukupna ocena upravljanja (S)				3,424

Zbog značaja raspolaganja vozilima određene KE grupe u potrebnim momentima, budući posao za specijalizovane servise „za treća lica“ koji sprovode limarsko-bravarske i električarske intervencije dodeljen je prema „istorijskim zaslugama“ (prilog 3). Specijalizovani servisi, koji su u većoj meri poštovali dogovorene vremenske termine, prema zahtevima PO-a, dobili su prednost za sprovođenje budućih intervencija održavanja. Ovom operativnom merom dodatno je poboljšana realizacija PO-a, odnosno vrednost pokazatelja M₃ (tabela 6.6) u periodu maj-jun u odnosu na prethodni period. Takođe, ova mera uticala je i na smanjenje ukupnog vremena voznog parka u stanju „nespremno za rad“ u posmatranom periodu, čime je poboljšana vrednost pokazatelja M₂.

Veći stepen realizacije dogovorenih vremenskih termina, prema zahtevima PO-a, uticao je na veći stepen raspolaganja vozilima u stanju „spremno za rad“ potrebnih KE grupa, prema zahtevima OPR-a i okruženja, što je, između ostalog, doprinelo poboljšanju vrednosti pokazatelja T₁ i T₂, (tabela 6.6).

Kao što je prikazano u tabeli 6.6 i pored činjenice što je poboljšana vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S) koja za period maj-jun iznosi 3,781, pogoršana je vrednost pokazatelja M_1 zbog većeg broja događaja pojave manjih neispravnosti na vozilima u odnosu na period april-maj, 2011. godine.

Tabela 6.6: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“ d.o.o., u period maj-jun, 2011. godine

Pokazatelj upravljanja	Ostvarena vrednost	Ocena pokazatelja	Vrednost faktora pokazatelja po modelu	Ostvarena ocena pokazatelja po modelu
T_1	96,69 %	4,56	0.195	0,889
T_2	29,59 %	2,92	0.169	0,493
T_3	88,89 %	4,77	0.108	0,515
M_1	9 812 km	2,91	0.044	0,128
M_2	2, 78 h	3,22	0.122	0,393
M_3	67,61 %	3,26	0.233	0,760
M_4	71,83 %	3,68	0.032	0,118
E_1	100 %	5.00	0.051	0,255
E_2	100 %	5.00	0.046	0,230
Ukupna ocena upravljanja (S)				3,781

Kako je ostvarena vrednost pokazatelja M_1 u periodu maj-jun, 2011. godine lošija od utvrđene granične vrednosti za posmatrani period (tabela 6.4), nije zadovoljen uslov dat izrazom (40). Zbog toga, u narednom periodu (jun i avgust) nisu definisane nove granične vrednosti pokazatelja upravljanja, već su prema metodologiji zadržane vrednosti iz prethodnog perioda (maj i jun).

U cilju poboljšanja vrednosti pokazatelja M_1 uvedeno je sprovođenje dodatnih kontrolnih radova i radova podešavanja tokom obavljanja intervencija iz okvira PPI-a i intervencija opravki od neispravnosti i otkaza na vozilima. U tom smislu, promenjena je strategija održavanja, što je rezultiralo smanjenjem broja događaja pojave manjih neispravnosti na vozilima u periodu jul-avgust, u odnosu na prethodni period. To je uticalo na poboljšanje vrednosti pokazatelja M_1 u periodu jul-avgust (tabela 6.7).

Sprovedenjem dodatnih kontrolnih radova i radova podešavanja na vozilima povećano je učešće planiranih intervencija održavanja, čime je poboljšana vrednost pokazatelja M_4 u posmatranom periodu, (tabela 6.7).

Na osnovu realizacije dogovorenih vremenskih termina za sprovođenje intervencija održavanja određeni specijalizovani servisi „za treća lica“ odstranjeni su iz grupe prioriternih servisa (prilog 3). To je doprinelo efikasnijem planiranju posla održavanja, čime je u periodu jul-avgust dodatno poboljšana vrednost pokazatelja M_3 , (tabela 6.7).

Poboljšanjem vrednosti pokazatelja M_1 , M_3 i M_4 , uz poštovanje kriterijuma integrisanog upravljanja u izrazima (9) i (16), uticano je na poboljšanje realizacije OPR-a, odnosno pokazatelja T_1 u posmatranom periodu, (tabela 6.7).

Kao što je prikazano u tabeli 6.7, u periodu jul-avgust vrednosti pokazatelja T_2 i M_2 su nešto lošiji, u odnosu na prethodni period, ali su u dopuštenim graničnim vrednostima za posmatrani period (tabela 6.4).

Vrednost pokazatelja E_1 i E_2 u periodu jul-avgust nije promenjena. Pošto prilikom sprovođenja intervencija tehničkog pregleda nisu utvrđena tehnički neispravna vozila, pokazatelja E_1 u posmatranom periodu ima maksimalnu vrednost.

Kako su kod pojave događaja saobraćajnih udesa u pitanju manja oštećenja karoserije vozila najčešće prilikom parkiranja ili oštećenja vetrobranskog stakla usled udara kamenčića na putu, ostvarena vrednost pokazatelja E_2 u periodu jul-avgust iznosi 100%.

Na osnovu izvršenih mera poboljšanja u periodu jul-avgust, 2011. godine ostvarene vrednosti svih pokazatelja upravljanja (tabela 6.7) bolje su ili jednake od usvojenih graničnih vrednosti pokazatelja za posmatrani period (tabela 6.4), pa je zadovoljen uslov prikazan izrazom (40). Vrednost „Ukupne ocene upravljanja“ (S) za period jul-avgust iznosi 3,91.

Kako je zadovoljen uslov prikazan izrazom (40), prema metodologiji ekspertske se utvrđuju nove granične vrednosti za pokazatelje upravljanja u narednom periodu i traže

se nova potencijalna mesta za poboljšanje vrednosti posmatranih pokazatelja i „Ukupne ocene upravljanja“.

Tabela 6.7: Ostvarene vrednosti i ocene pokazatelja po modelu upravljanja procesom održavanja u „Delmax“ d.o.o., u periodu jul-avgust, 2011. godine

Pokazatelj upravljanja	Ostvarena vrednost	Ocena pokazatelja	Vrednost faktora pokazatelja po modelu	Ostvarena ocena pokazatelja po modelu
T ₁	98,21 %	5,00	0.195	0,975
T ₂	29,20 %	2,84	0.169	0,480
T ₃	88,89 %	4,77	0.108	0,515
M ₁	11 345 km	3,64	0.044	0,160
M ₂	3,03 h	2,97	0.122	0,362
M ₃	69,35 %	3,44	0.233	0,802
M ₄	75,81 %	4,08	0.032	0,131
E ₁	100 %	5.00	0.051	0,255
E ₂	100 %	5.00	0.046	0,230
Ukupna ocena upravljanja (S)				3,910

Na osnovu sprovedene metodologije integrisanog upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću i upotrebom koncepcije „Održavanje prema procesu“ stvoreni su uslovi da vozila pogodnih KE grupa budu u stanju „spremno za rad“ u potrebnim momentima, prema zahtevima OPR-a i okruženja. Sprovođenjem mera integrisanog upravljanja doprinelo je poboljšanju vrednosti većine posmatranih pokazatelja.

Kao rezultat veća je realizacija OPR-a, bolje je iskorišćenje korisne nosivosti vozila, veće je iskorišćenje kapaciteta voznog parka, veće je srednje vreme do otkaza vozila, a manje je srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“, bolja je realizacija PO-a i veći je udeo planiranih intervencija u ukupnom poslu održavanja. Pri tome, pokazatelji iz oblasti okruženja (E) su ostali na maksimalnom nivou.

Poboljšana je vrednost „Ukupne ocena upravljanja“ sa 2,89 u referentnom periodu na 3,91 u periodu jul-avgust, 2011. godine, odnosno rukovodioci su postali efikasniji pri upravljanju procesom održavanja.

Sprovedenjem metodologije integrisanog upravljanja održavanjem omogućeno je da se u periodu jul-avgust obavi veći obim transportnog rada, ali sa manjim brojem vozila u odnosu na referentni period (tabela 6.8). Smanjenjem ukupnog broja vozila doprinelo je smanjenju troškova kapaciteta i troškova održavanja voznog parka po ostvarenom transportnom radu.

Pošto su usled integrisanog pristupa upotrebljena vozila za rad iz pogodnih KE grupa u pogledu iskorišćenja tovarnog prostora, ostvareno je u periodu jul-avgust smanjenje specifične potrošnje goriva po jedinici obavljenog transportnog rada za 14, 68% u odnosu na referentni period i iznosi 15,39 lit./100 tkm. Ovim je ostvareno povećanje energetske efikasnosti voznog parka.

Tabela 6.8: Prikaz pokazatelja rada voznog parka u „Delmax“ d.o.o., u referentnom periodu i periodu jul-avgust, 2011. godine

Period posmatranja	Ukupan broj vozila	Predeno rastojanje (km)	Obavljen transportni rad (tkm)	Specifična potrošnja goriva po obavljenom transportnom radu – q_t (lit. / 100tkm)
januar-februar, 2011. godine	16	186 122	111 249	18,04
jul-avgust, 2011. Godine	15	176 226	125 216	15,39

Na osnovu gore prikazanog, može da se zaključi da je sprovođenjem metodologije za integrisano upravljanje procesom održavanja u razmatranom preduzeću dovelo do poboljšanja vrednosti određenih pokazatelja upravljanja, odnosno do ostvarivanja sledećih efekata:

- povećanje realizacije Operativnog plana rada vozila – poboljšana vrednost pokazatelja T_1 ;
- povećanje energetske efikasnosti voznog parka – poboljšana vrednost pokazatelja T_2 ;

- smanjenje ukupnog broja vozila (A_i), odnosno broja vozila „u rezervi“ (A_r) – poboljšana vrednost pokazatelja T_3 ;
- smanjenje neplaniranih zahteva za održavanjem – poboljšana vrednost pokazatelja M_1 i M_4 ;
- smanjenje poremećaja u procesu održavanja – poboljšana vrednost pokazatelja M_2 i M_3 ;

Vrednosti pokazatelja upravljanja iz oblasti okruženja (E_1 i E_2) su ostali na nepromenjenom maksimalnom nivou tokom posmatranog perioda.

Prema tome, primenom integrisanog upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću dovelo je do toga da je u posmatranom periodu zadati obim transportnog rada obavljen prema zahtevima OPR-a i u skladu sa okruženjem, ali na efikasniji i racionalniji način, čime su smanjeni ukupni troškovi transporta i održavanja. Ovim je ostvaren postavljen cilj preduzeća.

7. ZAKLJUČAK I PRAVCI DALJEG ISTRAŽIVANJA

U ovoj doktorskoj disertaciji istraživana je uticaj upravljanja procesom održavanja voznih parkova na efikasno i racionalno obavljanje zadatog obima transportnog rada. Kako bi se u preduzećima sa sopstvenim voznim parkom efikasno upravljalo održavanjem i time doprinelo smanjenju ukupnih troškova transporta i održavanja, neophodno je da se istovremeno i zajedno posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i njihovo okruženje. U tom smislu, predstavljen je koncept integrisanog upravljanja procesom održavanja.

Kao cilj ove doktorske disertacije razvijena je metodologija za integrisano upravljanje procesom održavanja voznih parkova, u okviru koje su primenjeni osnovni principi koncepcije „Održavanje zasnovano na procesu“. Prema navedenoj koncepciji, definisani su pokazatelji upravljanja procesom održavanja koji su međusobno zavisni i koriste se prilikom donošenja upravljačkih odluka. Kombinovanom upotrebom DEMATEL i ANP metoda dobijen je model sa izračunatim težinskim faktorima za definisane pokazatelje upravljanja. Model se u okviru metodologije koristi za ocenjivanje rukovodioca po efikasnosti upravljanja procesom održavanja.

Razvijena metodologija primenjena je u preduzeću sa sopstvenim voznim parkom. U posmatranom periodu postalo je efikasnije upravljanje procesom održavanja, što je prikazano preko poboljšanja ostvarene vrednosti „Ukupne ocene upravljanja“. Takođe su u posmatranom periodu poboljšane ostvarene vrednosti kod većine definisanih pokazatelja upravljanja.

Povećana je realizacija OPR-a (pokazatelj T_1), pri čemu su zahtevi ostali nepromenjeni tokom posmatranog perioda, čime je zadati obim transportnog rada obavljen na efikasniji način. To utiče na poboljšanje ugleda preduzeća na tržištu i na povećanje broja klijenata.

U posmatranom periodu povećano je iskorišćenje korisne nosivosti tovarnog prostora vozila (pokazatelj T_2), čime je povećana energetska efikasnosti voznog parka. To je doprinelo smanjenju troškova eksploatacije po obavljenom transportnom radu. Prema tome, na racionalniji način je obavljen zadati obim transportnog rada.

Smanjen je ukupan broj vozila, odnosno smanjen je broj vozila u „rezervi“, u posmatranom periodu. Ovim je povećano iskorišćenje kapaciteta voznog parka (pokazatelj T_3) i uticano je na smanjenje troškova kapaciteta voznog parka po obavljenom transportnom radu. Pored toga, to je doprinelo smanjenju troškova održavanja po obavljenom transportnom radu. U tom smislu, zadati obim transportnog rada obavljen je na racionalniji način.

Ostvareno je povećanje srednjeg pređenog puta vozila do otkaza i/ili neispravnosti (pokazatelj M_1), u posmatranom periodu. Ovim je smanjen broj vozila sa neplaniranim zahtevima za održavanjem.

Povećan je procenat planiranih intervencija održavanja u ukupnom poslu održavanja (pokazatelj M_4), što doprinosi efikasnijem upravljanju procesom održavanja.

Povećana je realizacija PO-a (pokazatelj M_3), u posmatranom periodu. Ovim je smanjen broj poremećaja prilikom realizacije planiranih intervencija održavanja. To utiče na efikasnije upravljanje procesom održavanja i na bolju realizaciju OPR-a (pokazatelj T_1).

Smanjenjem poremećaja prilikom realizacije intervencija održavanja smanjeno je srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“ (pokazatelj M_2), u okviru posmatranog perioda.

U posmatranom periodu udeo tehnički ispravnih vozila prilikom sprovođenja intervencija tehničkog pregleda (pokazatelj E_1) i udeo tehnički ispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama (pokazatelj E_2) su zadržani na maksimalnoj vrednosti.

Na osnovu ostvarenih rezultata može da se zaključi da je integrisano upravljanje održavanjem voznog parka u razmatranom preduzeću doprinelo efikasnijoj i racionalnijoj realizaciji transportnih zadataka, poštujući pri tome zahteve OPR-a i okruženja. Prema tome, potvrđene su postavljene hipoteze u doktorskoj disertaciji.

Kako bi se dodatno potvrdile postavljene hipoteze i usvojila zaključna razmatranja, dalji pravci istraživanja biće usmereni ka primeni razvijene metodologije u drugim preduzećima sa voznim parkovima. Posebno značajna istraživanja biće usmerena na javna preduzeća u državnom vlasništvu sa obimnim voznim parkovima, gde se od primene posmatrane metodologije očekuje pronalaženje velikih potencijalnih rezervi za poboljšanja i ostvarivanje znatnih ušteta. To bi dodatno potvrdilo integrisano upravljanje procesom održavanja voznih parkova kao značajno za ostvarivanje većeg profita u transportnim preduzećima.

LITERATURA

Abdulnour G., Dudek R., Smith, M. (1995). Effect of maintenance policies on the just-in-time production system. *International Journal of Production Research*, 33 (2), pp. 656-583.

Al-Najjar B. (2007). The lack of maintenance and not maintenance which costs: A model to describe and quantify the impact of vibration based maintenance on company's business. *International Journal of Production Economics*, 107, pp.260-273.

Alsyouf I. (2009). Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. *International Journal of Production Economics*, 121, pp.212-223.

Alsyouf I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105, pp.70-78.

Anderson R., Neri L. (1990). Reliability Centered Maintenance: Management and Engineering Methods. *Elsevier*, London.

Arts R., Knapp G. M., Mann L. J. (1998). Some aspects of measuring maintenance performance in the process industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4 (1), pp.6-11.

Ashayeri J., Teelen A., Selen W. (1996). A production and maintenance planning model for the process industry. *International Journal of Production Research*, 34 (12), pp.3311-3326.

Baker B., Manan A., Husband T. (1997). Simulating maintenance work in an engineering firm: a case study. *Microelectronics and Reliability*, 16 (5), pp.571–581.

Bamber C., Sharp J., Hides M. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5 (3), pp.162-181.

Barnet K., Blundell J. (1981). Trade demarcation in maintenance: determination of optimal crew sizes by Monte-Carlo simulation technique. *Terotechnica*, 2 (2), pp.147–155.

Bin O. (2003). A logit analysis of vehicle emissions using inspection and maintenance testing data. *Transportation Research Part D*, 8 (3), pp.215–227.

Bojović N. (2002). A general system theory approach to rail freight car fleet sizing. *European Journal of Operational Research*, 136 (1), pp.136-172.

Bojović N., Milenković M. (2008). The best rail fleet mix problem. *Operational Research*, 8 (1), pp.77-87.

Bojović N., Bošković B., Milenković M., Šunjić A. (2010). A two-level approach to the problem of rail freight car fleet composition. *Transport*, 25 (2), pp.186-192.

Brah S., Chong W. (2004). Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research*, 42 (12), pp.2383-2401.

Brandolese M., Franci M., Pozzetti A. (1996). Production and maintenance integrated planning. *International Journal of Production Research*, 34 (7), pp.2059-2075.

BS3811. (1984). British Standard Glossary of Maintenance management terms in terotechnology, *British Standards Institution*.

Campbell J. D. (1998). The Reliability Handbook. *Clifford/Elliot*, Burlington.

Campbell J. (1995). Uptime. Strategies in excellence in maintenance management. *Productivity Press*, Portland.

Campbell J., Jardine A. (2001). Maintenance excellence: Optimizing equipment life-cycle decisions. *Marcel Dekker*, New York.

Christensen P., Elvik R. (2007). Effects on accidents of periodic motor vehicle inspection on Norway. *Accident Analysis & Prevention*, 39 (1), pp.47-52.

Crocker J. (1999). Effectiveness of maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5 (4), pp.307-313.

DETR. (2002). Energy Efficiency Best Practice Programme: Fuel Management Guide. *Department of Environment, Transport and Regions*, London.

Dhillon B. S. (2002). Engineering Maintenance: A modern approach. *CRC Press LLC*, Boca Raton.

Dhillon B. S. (2006). Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. *Taylor & Francis Group, LLC*, New York.

Duboka Č. (2008). Autoservisi. *JUMV - Jugoslavensko društvo za motore i vozila*, Beograd.

Duboka Č. (1992). Tehnologija održavanja vozila I. *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet*, Beograd.

Duffuaa S., Andijani A. (1999). An integrated simulation model for effective planning of maintenance operations for Saudi Arabian Airlines (SAUDIA). *Production Planning & Control*, 10 (6), pp.579-584.

Džinović M., Dulanović Ž. (1992). Osnovi organizacije. *Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka*, Beograd.

EEA. (2006). Transport and environment: facing a dilemma. *European Environment Agency*. Copenhagen.

EN13306:2001. (2001). Maintenance Terminology. *European Standard*. CEN (*European Committee for Standardization*), Brussel.

Fontela E., Gabus A. (1974). DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique. *Battelle Geneva Research Institute*, Geneva.

Fontela E., Gabus A. (1976). The DEMATEL observer. *Battelle Geneva Research Institute*, Geneva.

Gits C. (1994). Structuring maintenance control systems. *International Journal of Operations and Production Management*, 14 (7), pp.5-17.

Haghani A., Shafahi Y. (2002). Bus maintenance systems and maintenance scheduling: model formulations and solutions. *Transportation Research Part A*, 36 (5), pp.453-482.

Hsu L. (1991). Optimal preventive maintenance policies in a serial production system. *International Journal of Production Research*, 29 (12), pp.2543-2555.

ICF International. (2009). Comparative Evaluation of Rail and Truck Fuel Efficiency on Competitive Corridors, Final Report. *U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration and ICF International*, Washington.

Johnson D. (2002). Principles of Controlled Maintenance Management. *The Fairmont Press Inc.*, Lilburn.

Joumard R., Andre M., Vidon R., Tassel P. (2003). Characterizing real unit emissions for light duty goods vehicles. *Atmospheric Environment*, 37, pp.5217–5225.

Kamakaté F., Schipper L. (2009). Trends in truck freight energy use and carbon emissions in selected OECD countries from 1973 to 2005. *Energy Policy*, 37 (10), pp.3743-3751.

Kelly A. (1997). Maintenance Organizations & Systems: Business-centred Maintenance. *Butterworth-Heinemann*, Oxford.

Kelly A. (1984). Maintenance Planning and Control. *Butterworths*, London.

Kumar D. (1996). Reliability analysis and maintenance scheduling considering operation conditions. Doctoral Thesis. *Lulea University of Technology*, Sweden.

Lee W. S., Huang A. Y., Chang Y. Y., Cheng C. M. (2011). Analysis of decision making factors for equity investment by DEMATEL and Analytic Network Process. *Expert Systems with Applications*, 38 (7), pp.8375-8383.

Leonardi J., Baumgartner M. (2004). CO₂ efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential. *Transportation Research Part D*, 9, pp.451–464.

Li C. W., Tzeng G. H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximummean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. *Expert Systems with Applications*, 36 (6), pp.9891-9898.

Li J.-Q., Mirchandani P. B., Borenstein D. (2009). Real-time vehicle rerouting problems with time windows. *European Journal of Operational Research*, 194 (3), pp.711-727.

Lin C. H., Chen S. H., Tzeng G. H. (2009). Constructing a Cognition Map of Alternative Fuel Vehicles Using the DEMATEL Method. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 16 (1-2), pp.5-19.

Lin Y. T., Yang Y. H., Kang J. S., Yu H. C. (2011). Using DEMATEL method to explore the core competences and causal effect of the IC design service company: An empirical case study. *Expert Systems with Applications*, 38 (5), pp.6262-6268.

Löfsten H. (2000). Measuring maintenance performance-in search for a maintenance productivity index. *International Journal of Production Economics*, 63, pp.47-58.

Maróti G., Kroon L. (2005). Maintenance Routing for Train Units: The Transition Model. *Transportation Science*, 39 (4), pp.518-525.

Marquez A. (2007). The Maintenance Management Framework; Models and Methods for Complex Systems Maintenance. *SpringerVerlag*, London.

Marquez A., Gupta J. (2006). Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. *Omega-International Journal of Management Science*, 34, pp.313-326.

McKinnon A. (1999). A Logistical Perspective on the Fuel Efficiency of Road Freight Transport. Report on the Workshop "Improving Fuel Efficiency in Road Freight: The Role of Information Technologies". *International Energy Agency, European Conference of Ministers of Transport*, Paris.

McKinnon A. (1996). Freight Distribution and Logistics: Fuel Use and Potential Savings. *ETSU*, Harwell.

McKone K., Schroeder R., Cua K. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19, pp.39-58.

Mijailović R., Vujanović D., Momčilović V., Papić V. (2009). Energetska efikasnost kao kriterijum u procesu upravljanja voznim parkovima, *Zbornik radova na CD-Rom-u, 14. Simpozijum termičara Srbije, SIMTERM 2009*, Sokobanja.

Milosavljević N., Teodorović D., Papić V., Pavković G. (1996). A fuzzy sets theory approach to the vehicle assignment problem. *Journal of Transportation Planning and Technology*, 20 (1), pp.33-47.

Mobley R. K., Higgins L. R., Wikoff D. J. (2008). Maintenance Engineering Handbook, Seventh Edition. *The McGraw-Hill Companies Inc.*, New York.

Momčilović V., Papić V., Vujanović D. (2007). Quality of the Fleet Maintenance Management: A Factor Influencing Sustainable Development. *Proceedings of the International Congress "Transport Science & Technology Congress"*, pp. 457-464, Prague.

Momčilović V., Vujanović D., Manojlović A., Papić V. (2008). Vehicle Fleet Management Measures as Important Effect to CO₂ Emission Reduction. *Proceedings of the International Symposium "Networks for Mobility"*, Stuttgart.

Momčilović V., Vujanović D., Mijailović R., Papić V. (2009). Istraživanje mogućnosti smanjenja emisije CO₂ u procesu eksploatacije voznog parka. *Tehnika, Saobraćaj*, 56 (5), pp.1-9.

Momčilović V., Manojlović A., Vujanović D., Bunčić S., Papić V. (2010). Measures for lowering CO₂ emissions from goods transport in urban environment. *Proceedings of the International Congress "Transport Science & Technology Congress"*, New Delhi,

Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance. *Butterworth-Heineman*, Oxford.

Nakajima S. (1986). TPM: Challenge to the improvements of productivity by small group activities. *Maintenance Management International*, 6, pp.73-83.

Nakajima S. (1988). TPM: Introduction to Total Productive Maintenance. *Productivity Press Inc.*, Cambridge.

Norat G. S. (2008). Maintenance KPI's, How to start? White Paper. *PdMtech Inc.*, Vega Baja.

Nowlan F., Heap H. (1978). Reliability Centered Maintenance. *United Airlines Publications*, San Fransisco.

Papić V., Popović J. (1983). Gotovost vozila sa aspekta upravljanja autotransportnom radnom organizacijom. *Suvremeni promet*, 5 (1-2), pp.161-163

Papić V. (1985). Određivanje parametara kvaliteta u sistemu tehničkog opsluživanja motornih vozila ATRO-a sa predlogom njihove kvantifikacije. Doktorska disertacija. *Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu*, Beograd.

Papić V. (1987). Određivanje efektivnosti heterogenog voznog parka. *Međunarodni naučno-stručni skup „Nauka i motorna vozila“*. Jugoslavensko društvo za motore i vozila, Beograd.

Papić V. (1995). Uvod u tehnologiju održavanja motornih vozila. *Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu*, Beograd.

Papić V., Medar O., Pejčić-Tarle S. (1999). Management of vehicle fleet maintenance in conditions of sustainable development. *Mobility & Vehicles Mechanics*, 25 (2 & 3), pp.37-46.

Parida A., Kumur U. (2009). Maintenance Productivity and Performance Measurement. In Handbook of Maintenance Management and Engineering. *Springer-Verlag*, London.

Pintelon L., Waeyenbergh G. (1999). A practical approach to maintenance modelling. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing. *Begell House Inc.*, New York:

Pintelon L., Gelders L., Puyvelde F. (2000). Maintenance Management. *ACCO*, Leuven.

Priel V. (1974). System Maintenance Organisation. *MacDonald & Evans*, London.

Randhawa S. U., Miller S. G., Bell C. A., Montagne P. E. (1998). A study of Commercial Vehicle Safety Alliance's out-of-service criteria. *Accident Analysis and Prevention*, 30 (1), pp.61-67.

Rechnitzer G., Haworth N., Kowadlo N. (2000). The effect of vehicle roadworthiness on crash incidence and severity, Report No. 164. *Accident Research Centre, Monash University*, Clayton.

Rishel T., Christy D. (1996). Incorporating maintenance activities into production planning: Integration of master schedule versus material requirements level. *International Journal of Production Research*, 34 (2), pp.421-446.

Ruzzenenti F., Basosi R. (2009). Evaluation of the energy efficiency evolution in the European road freight transport sector. *Energy Policy*, 37 (10), pp.4079-4085.

Saaty T. L. (1996). Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. *RWS Publications*, Pittsburgh.

Shenoy D., Bhadury B. (1998). Maintenance resources management: adapting MRP. *Taylor and Francis*, London.

Sherwin D. (2000). A review of overall models for maintenance model. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6 (3), pp.138-164.

Smith A. (1993). Reliability Centered Maintenance. *McGraw-Hill*, New York.

Todorović J. (1993). Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema. *JUMV*, Beograd.

Todorović J. (1990). Logistika-Izazov za budućnost. *Naučni skup „Industrijski sistemi '90”*, Novi Sad.

Todorović J. (1984). Osnovi teorije održavanja. *Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet*, Beograd.

Tzeng G. H., Chiang C. H., Li C. W. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: a novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert systems with Applications*, 32 (4), pp.1028-1044.

Vujanović D., Mijailović R., Momčilović V., Papić V. (2010). Energy efficiency as a criterion in the vehicle fleet management process. *Thermal Science*, 14 (4), pp.865-878.

Vujanović D., Momčilović V., Bojović N., Papić V. (2012). Evaluation of vehicle fleet maintenance management indicators by application of DEMATEL and ANP. *Expert Systems with Applications*, 39 (12), pp.10552-10563.

Vujanović D., Momčilović V., Papić V., Bojović N. (2011). The Vehicle Fleet Maintenance Management's impact on Energy Efficiency. *Proceedings of the Third Regional Conference on Industrial Energy and Environmental Protection in South-eastern Europe Countries – IEEP 2011*, Kopaonik.

Waeyenbergh G., Pintelon L. (2002). A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, 77 (3), pp.299-313.

Williams J., Davies A., Drake P. (1994). Condition Based Maintenance and Machine Diagnostics. *Chapman&Hall*, London.

Wireman T. (1998). Developing performance indicators for managing maintenance. *Industrial Press Inc.*, New York.

Wireman T. (1991). World Class Maintenance Management. *Industrial Press Inc.*, New York.

Wu W.-W., Lee Y.-T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32 (2), pp.499-507.

Yamamoto T., Madre J.-L., Kitamura R. (2004). An analysis of the effects of French vehicle inspection program and grant for scrappage on household vehicle transaction. *Transportation Research Part B*, 38 (10), pp.905-926.

Yang J. L., Tzeng G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38 (3), pp.1417-1424.

Zelenović D., Todorović J. (1990). Efektivnost sistema u mašinstvu. *Naučna knjiga*, Beograd.

Zhu G., Pintelon L. (2001). Integrated production maintenance management (IPMM) as an enterprise approach to maintenance management. *Proceedings of IIE Annual Conference, Institute of Industrial Engineers*, Dallas

Zhu G., Gelders L., Pintelon L. (2002). Object/objective-oriented maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8 (4), pp.306-318.

PRILOZI

- Prilog 1: Rezultati anketiranja eksperata o pogodnosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja
- Prilog 2: Vozni park preduzeća „Delmax“ d.o.o. sa osnovnim tehničko - eksploatacionim karakteristikama u referentnom periodu posmatranja
- Prilog 3: Pregled prioriternih specijalizovanih servisa „za treća lica“ koji sprovode intervencije održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o.
- Prilog 4: Interval sprovođenja intervencija iz Programa preventivnog održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o., po proizvođačima vozila
- Prilog 5: Prikaz usvojenih graničnih vrednosti za ocenu pokazatelja upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću

Prilog 1: Rezultati anketiranja eksperata o pogodnosti pokazatelja upravljanja procesom održavanja

Pokazatelji	Prosečna ocena (1 - 5)
Procenat realizacije Operativnog plana rada (OPR) – T ₁	3.60
Iskorišćenje korisne nosivosti vozila – T ₂	3.00
Iskorišćenje voznog parka – T ₃	4.05
Srednje vreme do otkaza – M ₁	3.45
Srednje vreme vozila u stanju „nespremno za rad“ – M ₂	3.95
Realizacija Plana održavanja (PO) – M ₃	4.00
Procenat planiranog održavanja – M ₄	3.65
Procenat tehničke ispravnosti voznog parka – E ₁	4.55
Procenat tehničke ispravnosti vozila pri udesu – E ₂	3.50

Prilog 2: Vozni park preduzeća „Delmax“ d.o.o. sa osnovnim tehničko - eksploatacionim karakteristikama u referentnom periodu posmatranja

Red. br.	Proizvođač vozila	Model vozila	Godina proiz.	Zaprem. motora (cm ³)	Snaga motora (kW)	Nosivost vozila (kg)	Ukupna dozvoljena masa (kg)
1.	VOLVO	FLL 42 R 24OHP	2007	7146	177	7250	13500
2.	VOLVO	FLL 42 R 240HP	2007	7146	177	6750	13000
3.	MAN	LE 180 C	2002	4580	132	2550	7490
4.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2007	2198	74	1540	3500
5.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2007	2198	74	1540	3500
6.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2007	2198	74	1540	3500
7.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2008	2198	74	1540	3500
8.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2008	2198	74	1540	3500
9.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2007	2198	74	1540	3500
10.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2008	2198	88	1460	3500
11.	CITROEN	JUMPER FT 35 L3H 2.2HDI	2008	2198	74	1540	3500
12.	FIAT	DUCATO 15ML 2.8 JTD	2002	2800	94	1597	3490
13.	FIAT	DUCATO FURGON 2.3 JTD	2010	2287	88	1525	3500
14.	MERCEDES BENZ	309 CDI	2008	2148	65	1575	3500
15.	MERCEDES BENZ	309 CDI	2008	2148	65	1575	3500
16.	FIAT	DOBLO CARGO 1.9 JTD	2009	1910	77	850	2180

Prilog 3: Pregled prioritetnih specijalizovanih servisa „za treća lica“ koji sprovede intervencije održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o.

R. br.	Naziv specijalizovanog servisa	Adresa
1.	„Raavex Group“ d.o.o.	Bulevar Cara Konstantina bb, Niš
2.	„Vitro Group“ d.o.o. , PJ Niš	9. Brigade 59, Niš
3.	„Vitro Group“ d.o.o., PJ Beograd	Radnička 22, Beograd
4.	„Bel Car“ d.o.o.	Bulevar Vojvode Stepe bb, Novi Sad
5.	„MAN Trucknology Center“ d.o.o.	Industrijska zona bb, Krnješevci
6.	Samostalna automehaničarska radnja „Ušjak“	Karađorđeva 55, Stara Pazova
7.	Samostalna autoelektričarska radnja „Mraković“	Ugrinovački put 94b, Zemun
8.	Samostalna autolimarska radnja „Vereš“	Kralja Petra I oslobodioca 104, St. Pazova
9.	„Kemoimpex“ a.d.	Autoput Beograd-Novi Sad bb, Zemun
10.	„Glass Servise“	Đure Đakovića 7, Vrbas
11.	„Delta Automoto“ d.o.o., PJ Novi Beograd	Omladinskih brigada 33a, Novi Beograd
12.	„Delta Automoto“ d.o.o., PJ Beograd	Ivice Devčića 1, Banovo brdo, Beograd
13.	„Mercedes Benz Srbija i Crna Gora“ d.o.o.	Industrijska zona bb, Krnješevci
14.	„Trgoauto“ d.o.o.	19.oktobar 18, Srbobran
15.	Auto centar „Maboni“ d.o.o.	Ugrinovački put 43, Zemun
16.	Samostalna autoelektričarska radnja „Jojić“	Novosadska 9, Stara Pazova
17.	„Volvo Trucks“ d.o.o., PJ Beograd	Svetosavska 213, Novi Banovci
18.	„Volvo Trucks“ d.o.o., PJ Novi Sad	Sentandrejski put 161a, Novi Sad
19.	Samostalna vulkanizerska i perionička radnja „Sirena“	Ćirila i Metodija 160, Stara Pazova
20.	Auto centar „Kroka“	Svetosavska 10, Stara Pazova

Prilog 4: Interval sprovođenja intervencija iz Programa preventivnog održavanja na voznom parku preduzeća „Delmax“ d.o.o., po proizvođačima vozila

Redni broj	Proizvođač vozila	Interval za intervencije malog servisa (km)	Interval za intervencije velikog servisa (km)
1.	VOLVO	20 000	100 000
2.	MAN	10 000	80 000
3.	CITROEN	10 000	-
4.	MERCEDES BENZ	30 000	-
5.	FIAT	15 000	120 000

Prilog 5: Prikaz usvojenih graničnih vrednosti za ocenu pokazatelja upravljanja procesom održavanja u razmatranom preduzeću

Pokazatelji upravljanja	Granične vrednosti i ocena pokazatelja (1-5)
T ₁	<85%=ocena 1; 85-90%=ocena 2; 90-95%=ocena 3; 95-98%=ocena 4; >98%=ocena 5
T ₂	<25%=ocena 1; 25-30%=ocena 2; 30-35%=ocena 3; 35-40%=ocena 4; >40%=ocena 5
T ₃	<75%=ocena 1; 75-80%=ocena 2; 80-85%=ocena 3; 85-90%=ocena 4; >90%=ocena 5
M ₁	<8000km=ocena 1; 8000-10000km=ocena 2; 10000-12000km=ocena 3; 12000-14000km=ocena 4; >14000km=ocena 5
M ₂	>4h=ocena 1; 4-3h=ocena2; 3-2h=ocena 3; 2-1h=ocena 4; <1h=ocena 5
M ₃	<55%=ocena 1; 55-65%=ocena 2; 65-75%=ocena 3; 75-85%=ocena 4; >85%=ocena 5
M ₄	<55%=ocena 1; 55-65%=ocena 2; 65-75%=ocena 3; 75-85%=ocena 4; >85%=ocena 5
E ₁	<85%=ocena 1; 85-90%=ocena 2; 90-95%=ocena 3; 95-98%=ocena 4; >98%=ocena 5
E ₂	<85%=ocena 1; 85-90%=ocena 2; 90-95%=ocena 3; 95-98%=ocena 4; >98%=ocena 5

BIOGRAFIJA AUTORA

Davor Vujanović rođen je 20.04.1974. godine u Zagrebu, Republika Hrvatska. Osnovnu školu završio je u Zagrebu, a srednju saobraćajnu školu „Nikola Pašić“ u Zemunu. Na Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu upisao se školske 1992/1993. godine. Diplomirao je 1998. god. sa ocenom 10 (deset) na Odseku za drumski i gradski saobraćaj i transport, na „Katedri za tehničku eksploataciju drumskih transportnih sredstava“. Prosečna ocena tokom studiranja iznosila je 8,18 (osam i 18/100). Dobio je nagradu od Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu kao najbolji student drumskog odseka, generacije koja je diplomirala 1998. godine.

U toku studija, od 1996. god. saradivao je u naučno-istraživačkom radu na „Katedri za tehničku eksploataciju drumskih transportnih sredstava“, na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Nakon diplomiranja od 1998. do 1999. godine radio je u saobraćajnom preduzeću „Lasta“, PO Stara Pazova, a od 2000. do 2005. godine u farmaceutskom preduzeću „Dragenopharm“ u Nemačkoj.

Dana 01.01.2006. godine zasnovao je radni odnos na Univerzitetu u Beogradu, na Saobraćajnom fakultetu, kao asistent pripravnik na „Katedri za tehničku eksploataciju drumskih transportnih sredstava“, za užu naučnu oblast „Tehnička eksploatacija i održavanje transportnih sredstava“. Dana 01.01.2010. godine izabran je na pomenutoj Katedri u zvanje asistenta, gde je i danas angažovan u izvođenju nastave na više predmeta.

Školske 2005/2006. godine upisao je poslediplomske studije na Univerzitetu u Beogradu Saobraćajnom fakultetu, gde je položio Statutom fakulteta sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10 (deset). Prema Statutu Saobraćajnog fakulteta i Pravilniku doktorskih akademskih studija, upisao se školske 2009/2010 godine na doktorske akademske studije na Univerzitetu u Beogradu Saobraćajnom fakultetu, studijski program „Saobraćaj“, gde je položio sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10 (deset).

Do sada je kao jedan od autora objavio 16 naučno stručnih radova u međunarodnim i domaćim časopisima i u zbornicima radova sa međunarodnih i domaćih konferencija, simpozijuma i skupova. Učestvovao je u izradi 9 naučno istraživačkih i stručnih projekata i studija.

Služi se nemačkim i engleskim jezikom. Oženjen je i otac dvoje dece.

Izjava o autorstvu

Potpisani Davor B. Vujanović

Broj indeksa D-II-22/08

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

„PRILOG RAZVOJU UPRAVLJANJA PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH
PARKOVA“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, 18. 01. 2013.

Potpis doktoranda



Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Davor B. Vujanović

Broj indeksa D-II-22/08

Studijski program Saobraćaj

Naslov rada „PRILOG RAZVOJU UPRAVLJANJA PROCESOM
ODRŽAVANJA VOZNIH PARKOVA“

Mentor Prof. dr Nebojša Bojović

Potpisani Davor B. Vujanović

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 18. 01. 2013.



Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

„PRILOG RAZVOJU UPRAVLJANJA PROCESOM ODRŽAVANJA VOZNIH
PARKOVA“

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

U Beogradu, 18. 01. 2013.

Potpis doktoranda



1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.