

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Dr Davor B. VUJANOVIĆ

**UPRAVLJANJE
ODRŽAVANJEM
VOZNIH PARKOVA**

II izdanje

BEOGRAD
2021.

Dr Davor Vujanović
UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM VOZNIH PARKOVA
II izdanje

Recenzenti: dr Nebojša Bojović
dr Stevo Bunčić

Za izdavača: dekan, dr Nebojša Bojović

Glavni i odgovorni urednik: dr Marijana Petrović

Tehnički urednik: Gordana Marjanović

Korice: Predrag S. Zdravković

Izdavač: Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,
Vojvode Stepe 305; telefon: 3976–017;
fax: 3096–704; <http://www.sf.bg.ac.rs>

Priprema: Izdavačka delatnost Saobraćajnog fakulteta
telefon: 3091–344; e-mail: izdavacka_delatnost@sf.bg.ac.rs

Štampa: Pekograf d.o.o., 11080 Zemun, Vojni put 258/d
telefon/fax: 3149–166; e-mail: pekograf@sbb.rs
<http://www.pekograf.com>

Tiraž: 100 primeraka

ISBN 978-86-7395-390-8

Na osnovu odluke Uređivačkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 822/2 od 10. septembra 2021. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao osnovni udžbenik za predmet "Upravljanje održavanjem vozni parkova".

CIP – КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ
Народна библиотека Србије, Београд

656.1.07(075.8)
658.58:629.3(075.8)

ВУЈАНОВИЋ, Давор Б., 1974-

Upravljanje održavanjem vozni parkova / Davor B. Vujanović. - 2. izd. - Beograd : Univerzitet, Saobraćajni fakultet, 2021 (Zemun : Pekograf). - 172 str. : graf. prikazi, tabele ; 25 cm

Tiraž 100. - Spisak skraćenica i pojmova: str. 13-14. - Beleška o autoru: str. 171-172. - Srpsko-engleski rečnik pojmova: str. 159-161. - Bibliografija: str. 163-170.

ISBN 978-86-7395-390-8

a) Возни парк -- Одржавање б) Возни парк -- Управљање

COBISS.SR-ID 45805833

SADRŽAJ

SPISAK SLIKA	7
SPISAK TABELA	11
SPISAK SKRAĆENICA I POJMOVA.....	13
PREDGOVOR	15
1. UVODNA RAZMATRANJA	17
1.1 Predmet razmatranja.....	17
1.2 Ciljevi razmatranih kompanija	20
1.3 Opis problema	22
2. POJAM UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM	27
2.1 Pojam upravljanja održavanjem mašina i uređaja u industrijskoj proizvodnji.....	27
2.2 Pojam upravljanja održavanjem voznih parkova.....	31
3. AKTIVNOSTI UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM VOZNIH PARKOVA.....	35
3.1 Aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na strateškom nivou	36
3.1.1 Definisane i kontrola ispunjenosti ciljeva održavanja.....	37
3.1.2 Utvrđivanje osnovnih sredstava u kompaniji	39
3.1.3 Određivanje budžeta održavanja	42
3.2 Aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na taktičkom nivou	43

3.2.1	Određivanje i kontrola sprovođenja koncepcije održavanja	45
3.2.2	Određivanje i kontrola sprovođenja organizacije rada u održavanju	56
3.2.3	Upravljanje resursima održavanja u sopstvenim pogonima	59
3.2.4	Evidentiranje servisnih centara u okruženju	62
3.2.5	Definisanje procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem	67
3.2.6	Izrađivanje analiza o radu i održavanju voznog parka	74
3.2.7	Kontrola troškova održavanja	76
3.3	Aktivnosti upravljanja održavanjem vozničkih parkova na operativnom nivou	78
3.3.1	Evidentiranje ispostavljenih zahteva i određivanje potrebnih intervencija održavanja vozila	80
3.3.2	Planiranje posla održavanja	81
3.3.3	Raspoređivanje posla održavanja u sopstvenim pogonima	89
3.3.4	Kontrola izvršenih intervencija održavanja	94
3.3.5	Obradivanje dokumentacije i izrada izveštaja	98
4.	KONCEPT SVEOBUHvatNOG INTEGRISANOG UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM VOZNIČKIH PARKOVA	101
<hr/>		
4.1	Međuzavisnost transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja	104
4.1.1	Međuzavisni uticaji procesa održavanja vozila i transportnog procesa	104
4.1.2	Međuzavisni uticaji transportnog procesa i okruženja	105
4.1.3	Međuzavisni uticaji procesa održavanja vozila i okruženja	107
4.2	Uslovi za nastanak poremećaja u procesu održavanja vozila	108
4.3	Kriterijumi za integrisano upravljanje održavanjem vozničkih parkova	110
4.4	Sveobuhvatni pristup upravljanju održavanjem vozničkih parkova	117
5.	METODOLOGIJA ZA SVEOBUHvatNO INTEGRISANO UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM VOZNIČKIH PARKOVA	121
<hr/>		
5.1	Definisanje pokazatelja upravljanja održavanjem vozničkih parkova	122
5.2	Izračunavanje težinskih faktora definisanih pokazatelja upravljanja održavanjem vozničkih parkova	125
5.3	Opis metodologije	130
5.3.1	Definisanje referentnog stanja upravljanja održavanjem	132
5.3.2	Priprema uslova za integrisano upravljanje održavanjem	135
5.3.3	Sprovođenje kriterijuma integrisanog upravljanja održavanjem	137
5.3.4	Poboljšanje upravljanja održavanjem na operativnom nivou	138
5.3.5	Poboljšanje upravljanja na strateškom i taktičkom nivou	141

6. POTENCIJALNI EFEKTI OD PRIMENE RAZVIJENE METODOLOGIJE	145
6.1 Povećanje realizacije OPR-a voznog parka	146
6.2 Povećanje energetske efikasnosti voznog parka.....	148
6.3 Smanjenje broja vozila „u rezervi“	152
6.4 Smanjenje broja neplaniranih zahteva za održavanjem vozila	153
6.5 Smanjenje poremećaja u procesu održavanja vozila	154
6.6 Povećanje tehničke ispravnosti voznog parka	155
6.7 Povećanje tehnički ispravnih vozila u saobraćajnim nezgodama	156
6.8 Poboljšanje efikasnosti upravljanja održavanjem voznih parkova	157
SRPSKO-ENGLJSKI REČNIK POJMOVA.....	159
LITERATURA	163
BELEŠKA O AUTORU	171

SPISAK SLIKA

<i>Slika 1.1:</i>	<i>Prikaz formiranja Operativnog plana rada (OPR) vozila</i>	<i>19</i>
<i>Slika 1.2:</i>	<i>Šema periodičnog smenjivanja stanja vozila tokom eksploatacionog veka [90].....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 2.1:</i>	<i>Prikaz značajnih aspekata za upravljanje održavanjem [104]</i>	<i>29</i>
<i>Slika 2.2:</i>	<i>Prikaz različitih nivoa i vremenskih perioda za sprovođenje aktivnosti upravljanja održavanjem voznihi parkova</i>	<i>33</i>
<i>Slika 2.3:</i>	<i>Prikaz rukovodilaca po nivoima upravljanja održavanjem voznihi parkova</i>	<i>34</i>
<i>Slika 3.1:</i>	<i>Šematski prikaz upravljanja održavanjem voznihi parkova.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 3.2:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznihi parkova na strateškom nivou</i>	<i>36</i>
<i>Slika 3.3:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti definisanja i kontrole ispunjenosti ciljeva održavanja.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 3.4:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti utvrđivanja osnovnih sredstava u kompaniji</i>	<i>41</i>
<i>Slika 3.5:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti određivanja budžeta održavanja</i>	<i>43</i>
<i>Slika 3.6:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznihi parkova na taktičkom nivou.....</i>	<i>44</i>
<i>Slika 3.7:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti određivanja i kontrole sprovođenja koncepcije održavanja</i>	<i>45</i>
<i>Slika 3.8:</i>	<i>Razvoj koncepcija, metodologija i pristupa održavanju tokom vremena....</i>	<i>46</i>
<i>Slika 3.9:</i>	<i>Prikaz kriterijuma prilikom određivanja intervala za sprovođenje preventivnih intervencija održavanja.....</i>	<i>48</i>
<i>Slika 3.10:</i>	<i>Prikaz ciklusa PBM koncepcije [111]</i>	<i>53</i>
<i>Slika 3.11:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti određivanja i kontrole sprovođenja organizacije rada u održavanju.....</i>	<i>57</i>
<i>Slika 3.12:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti upravljanja resursima održavanja</i>	<i>61</i>
<i>Slika 3.13:</i>	<i>Šematski prikaz aktivnosti evidentiranja servisnih centara u okruženju</i>	<i>62</i>
<i>Slika 3.14:</i>	<i>Podela servisnih centara u okruženju.....</i>	<i>63</i>
<i>Slika 3.15:</i>	<i>Šematski prikaz metodologije za vrednovanje servisnih centara u okruženju [100]</i>	<i>66</i>

Slika 3.16:	Primer izgleda dokumenta za analizu učinka određenog servisnog centra u okruženju [100].....	67
Slika 3.17:	Šematski prikaz aktivnosti definisanja procedura ispostavljanja zahteva za održavanjem.....	68
Slika 3.18:	Šematski prikaz aktivnosti izrađivanja analiza o radu i održavanju voznog parka	75
Slika 3.19:	Šematski prikaz aktivnosti kontrole troškova održavanja.....	77
Slika 3.20:	Šematski prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na operativnom nivou.....	79
Slika 3.21:	Šematski prikaz evidentiranja ispostavljenih zahteva za održavanjem	81
Slika 3.22:	Šematski prikaz aktivnosti planiranja posla održavanja	82
Slika 3.23:	Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Plan održavanja“ (PO), [90]	86
Slika 3.24:	Šematski prikaz aktivnosti raspoređivanja posla održavanja.....	91
Slika 3.25:	Primer izgleda i popunjavanja dokumenta „Operativni program održavanja“ (OPO), [90].....	92
Slika 3.26:	Primer izgleda dokumenta „Radni nalog“ (RN) [71]	94
Slika 3.27:	Šematski prikaz aktivnosti kontrole izvršenih intervencija održavanja	96
Slika 3.28:	Šematski prikaz aktivnosti obrađivanja dokumentacije i izrade izveštaja...	99
Slika 4.1:	Šematski prikaz povezanosti transportnog procesa, procesa održavanja vozila i okruženja, u okviru integrisanog upravljanja održavanjem voznih parkova [96]	102
Slika 4.2:	Prikaz međusobne usklađenosti aktivnosti, u okviru sveobuhvatnog upravljanja održavanjem voznih parkova [91]	103
Slika 4.3:	Šematski prikaz međuzavisnih uticaja transportnog procesa, procesa održavanja vozila i njihovog okruženja, u okviru sveobuhvatnog integrisanog koncepta upravljanja održavanjem voznih parkova	104
Slika 4.4:	Šematski prikaz međuzavisnih uticaja procesa održavanja vozila i transportnog procesa	105
Slika 4.5:	Šematski prikaz međuzavisnih uticaja transportnog procesa i okruženja .	106
Slika 4.6:	Šematski prikaz međuzavisnih uticaja procesa održavanja vozila i okruženja.....	107
Slika 4.7:	Šematski prikaz neusklađenosti ostvarenih i planiranih vremenskih perioda vozila u stanju „nespremno za rad“	109
Slika 4.8:	Šematski prikaz broja vozila u stanju „spremno za rad“ i neophodnog broja vozila za rad iz k-te KE grupe, prema zahtevima OPR-a i okruženja, u zavisnosti od vremena.....	113
Slika 4.9:	Prikaz neophodnog broja vozila za rad po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i zahtevima okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja u toku radnog dana	114
Slika 4.10:	Šematski prikaz dozvoljenog broja vozila u stanju „nespremno za rad“ po KE grupama, prema zahtevima OPR-a i zahtevima okruženja, u zavisnosti od vremenskog intervala posmatranja u toku radnog dana	115

<i>Slika 4.11:</i>	<i>Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na strateškom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa [91]</i>	<i>118</i>
<i>Slika 4.12:</i>	<i>Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na taktičkom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa [91].....</i>	<i>119</i>
<i>Slika 4.13:</i>	<i>Prikaz aktivnosti upravljanja održavanjem voznih parkova na operativnom nivou, u okviru sveobuhvatnog pristupa [91].....</i>	<i>120</i>
<i>Slika 5.1:</i>	<i>Mapa mrežnog odnosa (NRM) pokazatelja upravljanja održavanjem voznih parkova [96].....</i>	<i>129</i>
<i>Slika 5.2:</i>	<i>Šematski prikaz metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova, po fazama.....</i>	<i>131</i>
<i>Slika 5.3:</i>	<i>Šematski prikaz I faze metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova</i>	<i>133</i>
<i>Slika 5.4:</i>	<i>Šematski prikaz II faze metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova</i>	<i>136</i>
<i>Slika 5.5:</i>	<i>Šematski prikaz III faze metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova</i>	<i>138</i>
<i>Slika 5.6:</i>	<i>Šematski prikaz IV faze metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova</i>	<i>139</i>
<i>Slika 5.7:</i>	<i>Šematski prikaz V faze metodologije za sveobuhvatno integrisano upravljanje održavanjem voznih parkova</i>	<i>142</i>
<i>Slika 6.1:</i>	<i>Vrednosti prosečnog koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila u teretnom vodnom i teretnom vazdušnom saobraćaju, kao i kod drumskih teretnih vozila u nekim evropskim zemljama, po godinama [24]</i>	<i>149</i>
<i>Slika 6.2:</i>	<i>Prikaz zavisnosti specifične potrošnje goriva od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po različitim grupama komercijalnih vozila [93].....</i>	<i>149</i>
<i>Slika 6.3:</i>	<i>Prikaz zavisnosti specifične potrošnje goriva po ostvarenom transportnom radu od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti, po različitim grupama komercijalnih vozila [93]</i>	<i>150</i>

SPISAK TABELA

<i>Tabela 3.1: Pregled glavnih gubitaka koji se nastoje smanjiti u okviru TPM pristupa .</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 3.2: Pregled osnovnih prednosti i nedostataka koncepcija, metodologija i pristupa održavanju</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 3.3: Pregled relevantnih kriterijuma koji utiču prilikom izbora servisnog centra u okruženju [89], [100]</i>	<i>65</i>
<i>Tabela 3.4: Pregled načina ispostavljanja zahteva za održavanjem</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 3.5: Prikaz relativnih težina kriterijuma i njihovih grupa za izbor pogodnog servisnog centra u okruženju [99]</i>	<i>85</i>
<i>Tabela 5.1: Pokazatelji upravljanja održavanjem voznih parkova [96]</i>	<i>122</i>
<i>Tabela 5.2: Model sa relativnim težinama pokazatelja upravljanja održavanjem [96]</i>	<i>128</i>
<i>Tabela 5.3: Primer utvrđenih graničnih vrednosti za ocenjivanje pokazatelja upravljanja održavanjem voznih parkova</i>	<i>129</i>
<i>Tabela 6.1: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na povećanje realizacije OPR-a</i>	<i>147</i>
<i>Tabela 6.2: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na povećanje energetske efikasnosti voznog parka</i>	<i>151</i>
<i>Tabela 6.3: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na smanjenje broja vozila „u rezervi“</i>	<i>153</i>
<i>Tabela 6.4: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na smanjenje broja neplaniranih zahteva za održavanjem vozila</i>	<i>154</i>
<i>Tabela 6.5: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na smanjenje poremećaja u procesu održavanja</i>	<i>155</i>
<i>Tabela 6.6: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na povećanje procenta tehničke ispravnosti voznog parka .</i>	<i>156</i>

<i>Tabela 6.7: Pregled uticaja od primenjenih mera poboljšanja u okviru posmatrane metodologije na povećanje procenta tehnički ispravnih vozila u saobraćajnim udesima.....</i>	<i>157</i>
<i>Tabela 6.8: Prikaz ostvarenih rezultata od primene razvijene metodologije u posmatranom periodu u kompaniji sa sopstvenim vozničkim parkom [97]</i>	<i>158</i>



SPISAK SKRAĆENICA I POJMOVA

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
BCM	Business Centered Maintenance
CAM	Capital Asset Management
CBM	Condition Based Maintenance
CM	Corrective Maintenance
CMMS	Computerized Maintenance Management Systems
CPM	Critical Path Method
DANP	DEMATEL-based ANP
DEMATEL	Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory
EAM	Enterprise Asset Management
ILS/LSA	Integrated Logistic Support and Logistic Support Analysis
IRM	Influence Relation Map
IS	Informacioni sistem
KE	Konstrukciono-eksploataciona
LCC	Life Cycle Cost
MCDM	Multiple Criteria Decision Making
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time to Repair
MRP/MRPII	Material Requirements Planning/Manufacturing Requirements Planning
NRM	Network Relation Map
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPO	Operativni program održavanja
OPR	Operativni plan rada
PBM	Process Based Maintenance
PERT	Program Evaluation and Review Technique

PM	Preventive Maintenance
PO	Plan održavanja
PPI	Program preventivnih intervencija
RCM	Reliability Centered Maintenance
RmV	Radno mesto za vozilo
RN	Radni nalog
ROM	Results Oriented Maintenance
TP	Tehnički pregled
TR	Trebovanje
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
WCM	World Class Maintenance



PREDGOVOR

Kompanije koje poseduju vozni park za drumski transport robe obavljanjem transportne usluge dolaze do profita. Veličinu ostvarenog profita u znatnoj meri određuju ostvareni troškovi transporta i održavanja voznog parka u određenom periodu posmatranja. Efikasno upravljanje održavanjem voznih parkova utiče na smanjenje posmatranih troškova, što doprinosi efikasnoj i racionalnoj realizaciji primarnog transportnog procesa u razmatranim kompanijama.

Ovaj udžbenik namenjen je studentima master studija na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, za predmet „Upravljanje održavanjem voznih parkova“. Pored toga, udžbenik je namenjen i rukovodiocima razmatranih kompanija, odnosno ekspertima koji se bave upravljanjem radom i održavanjem voznih parkova.

Cilj ovog udžbenika je da čitaocima upozna sa osnovnim aktivnostima i poslovima u okviru upravljanja održavanjem voznih parkova. Udžbenik ima za cilj da čitaocima ponudi jedan novi, savremeni pristup pri upravljanju održavanjem. U tom smislu, predstavljen je koncept sveobuhvatnog integrisanog upravljanja održavanjem voznih parkova koji omogućava efikasnu i racionalnu realizaciju transportnog procesa. U okviru razvijenog koncepta usklađeno i objedinjeno se posmatra transportni proces, proces održavanja vozila i njihovo okruženje, što izdvaja ovaj udžbenik od drugih udžbenika iz razmatrane oblasti.

Za potrebe pisanja ovog udžbenika korišćena je savremena i aktuelna literatura iz oblasti upravljanja radom i održavanjem voznih parkova, kao i literatura koja obuhvata upravljanje održavanjem uređaja i mašina u industrijskoj proizvodnji. Autor udžbenika takođe je jedan od autora više navedenih referenci, što je rezultat višegodišnjeg rada i istraživanja u posmatranoj oblasti.

Kako pisanje udžbenika zahteva mnogo vremena i kako na njegovo formiranje utiče veći broj ljudi, autor se ovom prilikom zahvaljuje svima koji su svojim sugestijama, savetima i strpljenjem doprineli da ovaj udžbenik dobije svoj konačan oblik. U tom smislu, autor veliku zahvalnost izražava recenzentima prof. dr Nebojši Bojoviću i prof. dr Stevi Bunčiću na izraženom mišljenju i datim sugestijama. Posebnu zahvalnost autor duguje prof. dr Vladimiru Papiću na du-

godišnjim savetima i dobronamernim kritikama tokom razvijanja posmatranog predmeta. Takođe, autor zahvaljuje kolegama doc. dr Vladimiru Momčiloviću i Marku Stokiću na zalaganju da udžbenik dobije ovaj oblik. Autor se najlepše zahvaljuje i Saobraćajnom fakultetu, odnosno zaposlenima u Službi za izdavačku delatnost na angažovanju povodom završne tehničke obrade i štampanja udžbenika. Najзад, veliku zahvalnost na požrtvovanju i strpljenju tokom pisanja ovog udžbenika autor duguje svojoj porodici, Aleksandri, Nikolini i Marku.

I pored činjenice što je posvećena velika pažnja tokom izrade udžbenika, autor je svestan mogućih grešaka i zato će sve primedbe čitalaca u cilju poboljšanja biti posebno dobrodošle.

U Beogradu, 2018. godine

Autor:
Doc. dr Davor Vujanović