Mr Ljubiša Brkić,
potpukovnik, dipl. inž.
VP 3001 Beograd

OCENA POGODNOSTI ODRŽAVANJA VOZILA SPECIJALNE NAMENE

UDC: 623.437.4-7

Rezime:

Na osnovu podataka dobijenih iz eksploatacije, za motor konkretnog vozila specijalne namene izvršena je ocena funkcije pogodnosti održavanja, kao konstrukcijske karakteristike, metodom raspodele vremena trajanja postupaka održavanja kao kumulativne funkcije verovatnoće. Na osnovu dobijene ocene izvršena je analiza srednjeg vremena trajanja korektivnih održavanja, kao i ispunjavanje taktičko-tehničkih zahteva.

Ključne reči: pogodnost održavanja, postupci održavanja, sistem održavanja, vreme trajanja održavanja.

EVALUATION OF MAINTAINABILITY OF SPECIAL PURPOSE VEHICLES

Summary:

In this work, based on data which are taken from real service for the engine of a particular vehicle, evaluation of the maintainability was carried out using the distribution method of long – lasting time of the procedure of maintenance like the cumulative function of probability. Based on the obtained evaluation the analysis of the Mean Time To Repair (MTTR) was carried out as well as the meeting the Tactical – technical requirements.

Key words: maintainability, procedure of maintenance, maintenance system, long – lasting time od maintenance.

Uvod

Pogodnost održavanja vozila jedna je od važnijih konstrukcijskih karakteristika koja se može opisati vremenima trajanja postupaka održavanja. Pogodnost održavanja predstavlja verovatnoću da će se potrebni postupci održavanja obaviti do određenog vremena pod određenim uslovima [1].

Na osnovu podataka dobijenih iz eksploatacije, za motor konkretnog vozila specijalne namene izvršena je ocena

funkcije pogodnosti održavanja kao konstrukcijske karakteristike metodom raspodele vremena trajanja postupaka održavanja kao kumulativne funkcije verovatnoće. Raspodelom vremena trajanja postupka održavanja može se opisati pogodnost održavanja kao konstrukcijska karakteristika vozila.

Teorijska razmatranja

Pogodnost održavanja je multidisciplinarna karakteristika koja je usko pove-

zana sa pouzdanošću vozila, njegovom bezbednošću, obučennošću ljudskog faktora u korišćenju i održavanju i logističkom podrškom.

Zadatak pogodnosti održavanja jeste da obezbedi maksimalnu gotovost i raspoloživost vozila uz minimalne troškove održavanja i minimalne zastoje, odnosno minimalno vreme održavanja uz minimalnu logističku podršku.

Funkcija pogodnosti održavanja izražava se preko vremena trajanja postupka održavanja (t_0) i može se izraziti u obliku [1]:

$$F(t_0) = \int_0^t f(t_0)dt_0 \tag{1}$$

gde je $f(t_0)$ – gustina raspodele verovatnoće vremena trajanja postupaka održavanja.

Funkcija gustine raspodele verovatnoće vremena trajanja postupaka održavanja karakteriše pogodnost održavanja sa svim njegovim uticajnim faktorima i dejstvom na održavanje vozila.

Funkcija pogodnosti održavanja izražava se kao kumulativna funkcija verovatnoće i ima isti smisao u teoriji održavanja kao funkcija nepouzdanosti u teoriji pouzdanosti, što je prikazano na slici 1 [1].

Upoređivanjem dva sistema održavanja može se zaključiti da je povoljniji onaj koji za isto vreme ima veću vrednost funkcije pogodnosti održavanja, jer se pri tom postupci održavanja sprovode za kraće vreme, što je prikazano na slici 2 [1].

Na pogodnost održavanja utiče veći broj faktora kao što su: uslovi spoljne sredine, uslovi eksploatacije, kvalitet sistema održavanja, kvalitet logističke podrške, a najveći uticaj ima unutrašnja

NEPOUZDANOST

POGODNOST ODRŽAVANJA

Sl. 1 – Uporedni prikaz funkcije nepouzdanosti i funkcije pogodnosti održavanja

Sl. 2 – Dijagram zavisnosti vremena održavanja od funkcije pogodnosti održavanja

(ugrađena, sopstvena) ili konstrukcijska pogodnost održavanja ili popravljivost vozila.

Konstrukcijske karakteristike vozila u pogledu pogodnosti održavanja obuhvataju one faktore koji doprinose sma-

njenju vremena zastoja i povećanju raspoloživosti vozila, a to su [2]:

- lakoća održavanja,
- svođenje zadataka preventivnog i korektivnog održavanja na minimum,
- svođenje logističke podrške na minimum, smanjivanjem broja i kvalifikacije strukture ljudstva, rezervnih delova i specijalne opreme za održavanje,
- smanjenje troškova logističke podrške.

Unutrašnja ili konstrukcijska pogodnost održavanja zavisi od unifikacije delova, sklopova i agregata vozila, standardizacije delova, pogodnosti za dijagnostiku, tehnoložnosti, manipulativnosti, dostupnosti pojedinih agregata, sklopova i delova i vrste alata i opreme koja se primenjuje za održavanje vozila. Konstrukcijske karakteristike vozila utiču na pogodnost njegovog održavanja preko brzine sprovođenja postupaka održavanja, što je tehnološka prilagođenost vozila održavanju i podrazumeva pristupačnost mestima za održavanje, složenost operacija rasklapanja i sklapanja, itd. [3].

Konstrukcijska pogodnost vozila za održavanje predstavlja sposobnost vozila da zadrži ispravno stanje putem preventivnog održavanja, ili da se vrati u ispravno stanje putem korektivnog održavanja. Pogodnost vozila za održavanje smanjuje vreme vozila „u otkazu“ čime se povećava gotovost i raspoloživost vozila, a time i njegova ukupna efektivnost.

Istraživanja u ovoj oblasti pokazuju da se log-normalna raspodela najčešće koristi za interpretaciju raspodele funkcije pogodnosti održavanja, kada su postupci održavanja praćeni dužim čekanjima, dok je korišćenje Vejbulove raspodele prihvatljivije kada je razlika između vremena aktivnog održavanja i ukupnog vremena u otkazu mala [1, 3].

Za utvrđivanje teorijskih raspodela kojima se mogu najbolje aproksimirati empirijski podaci koriste se dve metodologije testiranja neparametarskih hipoteza [2]: grafičke i analitičke metode.

Grafičke metode obuhvataju konstruisanje papira verovatnoće, konstruisanje histograma, konstruisanje poligona ili funkcije kumulativne raspodele.

Analitičke metode obuhvataju test Kolmogorov–Smirnova, test Hi-kvadrata ili test Pirsona, test Romanovskog, test fon Missesa i mnoge druge.

Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$ za log-normalnu raspodelu dobija se prema sledećem izrazu [2]:

$$F(t_0) = \int_0^t \frac{1}{t_0 \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln t_0 - m_0}{\sigma} \right)^2} dt \quad (2)$$

Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$ prema Vejbulovoj raspodeli dobija se iz jednačine [2]:

$$F(t_0) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (3)$$

Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$, prema gama-raspodeli, dobija se iz jednačine [2]:

$$F(t_0) = \frac{1}{\eta \Gamma(\beta)} \int_0^t \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\frac{t}{\eta}} dt \quad (4)$$

Na osnovu podataka dobijenih iz eksploatacije za vremena korektivnog održavanja motora konkretnog vozila specijalne namene izvršice se određivanje funkcije pogodnosti održavanja kao konstrukcijske karakteristike.

Na osnovu dobijenih rezultata, a na osnovu srednjeg vremena trajanja aktivnog održavanja, proceniće se, da li navedeni motor ispunjava taktičko-tehničke zahteve date standardom SNO 1096/85.

Određivanje pogodnosti održavanja motora vozila specijalne namene

Na osnovu empirijskih podataka datih u tabeli 1, koji se odnose na trajanje pojedinih vremena korektivnog održavanja, odrediće se kvantitativni pokazatelji pogodnosti održavanja motora konkretnog vozila specijalne namene, kao njegove konstrukcijske karakteristike.

Sl. 3 – Histogram i dijagrami raspodele gustine vremena korektivnog održavanja u zavisnosti od vremena održavanja

Pokazatelji pogodnosti održavanja motora dobijeni na osnovu empirijskih podataka, prikazani su u tabeli 2.

Histogram frekvencija pojavljivanja vremena trajanja održavanja, kao i raspodela funkcije gustoće vremena trajanja održavanja na osnovu empirijskih podataka, na osnovu lognormalne, Vejbulove i gama-raspodele grafički je prikazano na slici 3.

Aproksimacija empirijskih podataka log-normalnom raspodelom

Dobijena empirijska raspodela aproksimirana je log-normalnom raspodelom na osnovu koje su dobijene sledeće karakteristike statističkog skupa:

- srednje vreme trajanja aktivnog održavanja $t_{osr} = 5,5 \text{ h}$,
- standardno odstupanje $S = 3,5 \text{ h}$,
- srednja vrednost prirodnog loga-

Tabela 1

Vremena aktivnog korektivnog održavanja motora

Red. br. otkaza	Vreme održ.	Red. br. otkaza	Vreme održ.	Red. br. otkaza	Vreme održ.	Red. br. otkaza	Vreme održ.
1.	2,00	26.	1,00	51.	3,00	76.	8,00
2.	8,00	27.	4,00	52.	9,00	77.	4,00
3.	4,00	28.	7,00	53.	3,00	78.	2,00
4.	1,00	29.	12,00	54.	9,00	79.	3,00
5.	15,00	30.	6,00	55.	7,00	80.	11,00
6.	2,00	31.	12,00	56.	5,00	81.	5,00
7.	4,00	32.	16,00	57.	7,00	82.	10,00
8.	10,00	33.	6,00	58.	6,00	83.	5,00
9.	2,00	34.	4,00	59.	8,00	84.	14,00
10.	3,00	35.	3,00	60.	2,00	85.	4,00
11.	6,00	36.	6,00	61.	9,00	86.	10,00
12.	8,00	37.	2,00	62.	3,00	87.	5,00
13.	2,00	38.	11,00	63.	4,00	88.	2,00
14.	3,00	39.	4,00	64.	6,00	89.	5,00
15.	1,00	40.	5,00	65.	13,00	90.	8,00
16.	3,00	41.	3,00	66.	9,00	91.	7,00
17.	3,00	42.	5,00	67.	4,00	92.	5,00
18.	2,00	43.	2,00	68.	13,00	93.	3,00
19.	3,00	44.	1,00	69.	10,00	94.	9,00
20.	7,00	45.	4,00	70.	3,00	95.	2,00
21.	6,00	46.	8,00	71.	7,00	96.	10,00
22.	10,00	47.	11,00	72.	4,00	97.	4,00
23.	7,00	48.	5,00	73.	3,00		
24.	3,00	49.	3,00	74.	2,00		
25.	8,00	50.	11,00	75.	5,00		

Procenjeni pokazatelji pogodnosti održavanja motora na osnovu empirijskih podataka

Red. br.	Vreme održavanja t_0 (h)	Frekvencija pojavljivanja vremena održavanja	Kumulativna frekv. vrem. održavanja	Funkcija gustine rasp. vrem. održavanja $f(t_0)$	Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$
1.	1,00	4	4	0,041	0,041
2.	2,00	12	16	0,124	0,165
3.	3,00	16	32	0,165	0,330
4.	4,00	12	44	0,124	0,454
5.	5,00	9	53	0,093	0,547
6.	6,00	8	61	0,082	0,629
7.	7,00	7	68	0,072	0,701
8.	8,00	7	75	0,072	0,773
9.	9,00	5	80	0,052	0,825
10.	10,00	6	86	0,062	0,887
11.	11,00	4	90	0,041	0,928
12.	12,00	2	92	0,021	0,949
13.	13,00	2	94	0,021	0,970
14.	14,00	1	95	0,010	0,980
15.	15,00	1	96	0,010	0,990
16.	16,00	1	97	0,010	0,999

ritma od trajanja vremena održavanja $m_0 = 1,57$,

– standardno odstupanje prirodnog logaritma od vremena održavanja $\sigma = 0,66$.

Pokazatelji pogodnosti održavanja za log-normalnu raspodelu prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3

Vrednost pokazatelja pogodnosti održavanja motora na osnovu log-normalne raspodele

Red. br.	Vreme održavanja t_0 (h)	Funkcija gustine raspodele vremena održavanja $f(t_0)$	Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$
1.	1,00	0,036	0,009
2.	2,00	0,125	0,092
3.	3,00	0,157	0,239
4.	4,00	0,146	0,389
5.	5,00	0,121	0,524
6.	6,00	0,095	0,633
7.	7,00	0,073	0,716
8.	8,00	0,056	0,782
9.	9,00	0,043	0,832
10.	10,00	0,033	0,869
11.	11,00	0,025	0,896
12.	12,00	0,019	0,918
13.	13,00	0,015	0,934
14.	14,00	0,012	0,948
15.	15,00	0,009	0,958
16.	16,00	0,007	0,966

Testiranje log-normalne raspodele

Odstupanje vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu log-normalne raspodele od vrednosti koje su procenjene na osnovu empirijskih podataka prikazano je u tabeli 4 i na slici 4.

Test Kolmogorov–Smirnova

Za stepen značajnosti $\alpha = 0,20 \Rightarrow \lambda = 1,07$. Najveća razlika između teorijske raspodele $F_t(t)$ i procenjenih vredno-

Sl. 4 – Dijagram odstupanja funkcije pogodnosti održavanja dobijene na osnovu log-normalne raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Tabela 4

Odstupanja vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu log-normalne raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Red. br.	Vreme održavanja $t(h)$	$F_e(t_0)$	$F_t(t_0)$	Δ
1.	1,00	0,041	0,009	0,032
2.	2,00	0,165	0,092	0,073
3.	3,00	0,330	0,239	0,091
4.	4,00	0,454	0,389	0,065
5.	5,00	0,547	0,524	0,023
6.	6,00	0,629	0,633	0,004
7.	7,00	0,701	0,716	0,015
8.	8,00	0,773	0,782	0,009
9.	9,00	0,825	0,832	0,007
10.	10,00	0,887	0,869	0,018
11.	11,00	0,928	0,896	0,032
12.	12,00	0,949	0,918	0,031
13.	13,00	0,970	0,934	0,036
14.	14,00	0,980	0,948	0,032
15.	15,00	0,990	0,958	0,032
16.	16,00	0,999	0,966	0,033

sti $F_e(t)$ na osnovu empirijskih podataka pojavljuje se za rezultat na rednom broju tri i iznosi $D_{\max} = 0,091$. Za broj elemenata $n = 97$ i $\alpha = 0,20$ dozvoljena vrednost razlike je $D_{\text{doz}} = \lambda/\sqrt{n} = 0,109$. Pošto je $D_{\max} < D_{\text{doz}}$ ova teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava test Kolmogorov–Smirnova.

Sl. 5 – Dijagram odstupanja funkcije pogodnosti održavanja dobijene na osnovu Vejbulove raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Test Pirsona

Pošto je izračunata vrednost $\chi^2 = 0,226$ manja od tablične vrednosti $\chi_{0,99}^2 = 4,107$ za 13 stepeni slobode, teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava test Pirsona.

Test Romanovskog

Pošto je izračunata vrednost za test Romanovskog $2,5052 < 3$, teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava ovaj test.

Aproksimacija empirijskih podataka Vejbulovom raspodelom

Dobijena empirijska raspodela aproksimirana je i Vejbulovom dvoparametarskom raspodelom.

Na osnovu proračuna dobijeni su parametri Vejbulove raspodele:

- parametar razmere $\eta = 5,5$ (h),
- parametar oblika $\beta = 1,6$.

Pokazatelji pogodnosti održavanja motora na osnovu Vejbulove raspodele prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5

Vrednosti pokazatelja pogodnosti održavanja motora na osnovu Vejbulove raspodele

Red. br.	Vreme održavanja $t_0(h)$	Funkcija gustine raspodele vremena održavanja $f(t_0)$	Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$
1.	1,00	0,086	0,055
2.	2,00	0,116	0,158
3.	3,00	0,126	0,281
4.	4,00	0,124	0,407
5.	5,00	0,113	0,526
6.	6,00	0,098	0,632
7.	7,00	0,081	0,722
8.	8,00	0,065	0,795
9.	9,00	0,050	0,852
10.	10,00	0,038	0,896
11.	11,00	0,027	0,929
12.	12,00	0,020	0,952
13.	13,00	0,014	0,968
14.	14,00	0,009	0,979
15.	15,00	0,006	0,987
16.	16,00	0,004	0,992

Testiranje Vejbulove raspodele

Odstupanje vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu Vejbulove raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka prikazano je u tabeli 6 i na slici 6.

Sl. 6 – Dijagram odstupanja funkcije pogodnosti održavanja dobijene na osnovu gama-raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Test Kolmogorov–Smirnova

Za stepen značajnosti $\alpha = 0,20 \Rightarrow \lambda = 1,07$. Najveća razlika između teorijske raspodele $F_t(t)$ i procenjenih vredno-

Tabela 6

Odstupanja vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu Vejbulove raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Red. broj	Vreme održavanja $t_0(i)$	$F_e(t_0)_i$	$F_t(t_0)_i$	Δ
1.	1,00	0,041	0,055	0,014
2.	2,00	0,165	0,158	0,007
3.	3,00	0,330	0,281	0,049
4.	4,00	0,454	0,407	0,047
5.	5,00	0,547	0,526	0,021
6.	6,00	0,629	0,632	0,003
7.	7,00	0,701	0,722	0,021
8.	8,00	0,773	0,795	0,022
9.	9,00	0,825	0,852	0,027
10.	10,00	0,887	0,896	0,009
11.	11,00	0,928	0,929	0,001
12.	12,00	0,949	0,952	0,003
13.	13,00	0,970	0,968	0,002
14.	14,00	0,980	0,979	0,001
15.	15,00	0,990	0,987	0,003
16.	16,00	0,999	0,992	0,007

sti na osnovu empirijskih podataka $F_e(t)$ javlja se za rezultat na rednom broju tri tabele 6 i iznosi $D_{\max} = 0,049$. Za broj elemenata $n = 97$ i $\lambda = 0,20$ dozvoljena vrednost razlike je $D_{\text{doz}} = \lambda / \sqrt{n} = 0,109$. Pošto je $D_{\max} < D_{\text{doz}}$ teorijska aproksimativna Vejbulova raspodela zadovoljava ovaj test.

Test Pirsona

Pošto je izračunata vrednost $\chi^2 = 0,0209$ manja od tablične vrednosti $\chi^2_{0,99} = 4,107$ za 13 stepeni slobode, teorijska aproksimativna Vejbulova raspodela zadovoljava test Pirsona.

Test Romanovskog

Pošto je izračunata vrednost za test Romanovskog $2,5454 < 3$, teorijska aproksimativna Vejbulova raspodela zadovoljava ovaj test.

Aproksimacija empirijskih podataka gama-raspodelom

Dobijena empirijska raspodela aproksimirana je i gama-raspodelom.

Pokazatelji pogodnosti održavanja za gama-raspodelu prikazani su u tabeli 7.

Testiranje gama-raspodele

Odstupanje vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu gama-raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka prikazano je u tabeli 8 i na slici 6.

Test Kolmogorov–Smirnova

Najveća razlika između teorijske raspodele $F_t(t)$ i procenjenih vrednosti $F_e(t)$ na osnovu empirijskih podataka javlja se

Tabela 7

Vrednosti pokazatelja pogodnosti održavanja motora na osnovu gama-raspodele

Red. br.	Vreme održavanja $t_0(h)$	Funkcija gus- tine raspodele vremena održ- žavanja $f(t_0)$	Funkcija pogodnosti održavanja $F(t_0)$
1.	1,00	0,079	0,059
2.	2,00	0,097	0,147
3.	3,00	0,100	0,246
4.	4,00	0,096	0,344
5.	5,00	0,088	0,436
6.	6,00	0,080	0,520
7.	7,00	0,070	0,595
8.	8,00	0,061	0,661
9.	9,00	0,054	0,719
10.	10,00	0,047	0,770
11.	11,00	0,040	0,814
12.	12,00	0,034	0,851
13.	13,00	0,029	0,883
14.	14,00	0,025	0,910
15.	15,00	0,020	0,933
16.	16,00	0,017	0,952

Tabela 8

Odstupanja vrednosti funkcije pogodnosti održavanja na osnovu gama-raspodele od vrednosti procenjenih na osnovu empirijskih podataka

Red. broj	Vreme održavanja $t_0(i)$	$F_e(t_0)_i$	$F_t(t_0)_i$	Δ
1.	1,00	0,041	0,059	0,018
2.	2,00	0,165	0,147	0,018
3.	3,00	0,330	0,246	0,084
4.	4,00	0,454	0,344	0,110
5.	5,00	0,547	0,436	0,111
6.	6,00	0,629	0,520	0,109
7.	7,00	0,701	0,595	0,106
8.	8,00	0,773	0,661	0,112
9.	9,00	0,825	0,719	0,106
10.	10,00	0,887	0,770	0,117
11.	11,00	0,928	0,814	0,114
12.	12,00	0,949	0,851	0,098
13.	13,00	0,970	0,883	0,087
14.	14,00	0,980	0,910	0,070
15.	15,00	0,990	0,933	0,057
16.	16,00	0,999	0,952	0,047

na rednom broju 10 i iznosi $D_{\max} = 0,117$. Za stepen značajnosti $\alpha = 0,20$ i broj elemenata $n = 16$ dozvoljena vrednost razlike je $D_{\text{doz}} = 0,258$. Pošto je $D_{\max} < D_{\text{doz}}$ ova teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava test Kolmogorov – Smirnova.

Test Pirsona

Pošto je izračunata vrednost $\chi^2 = 0,241$ manja od tablične vrednosti $\chi^2_{0,99} = 4,107$ za 13 stepeni slobode, teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava test Pirsona.

Test Romanovskog

Pošto je izračunata vrednost za test Romanovskog $2,5024 < 3$, teorijska aproksimativna raspodela zadovoljava ovaj test.

Iz dobijenih rezultata može se videti da i log-normalna i gama i Vejbulova raspodela dobro aproksimiraju procenjene vrednosti iz empirijskih podataka.

Da bi se videlo koja raspodela najbolje aproksimira empirijske podatke izvršeno je upoređivanje rezultata testiranja svih raspodela, što je prikazano u tabeli 9.

Upoređivanjem rezultata testiranja može se zaključiti da Vejbulova raspodela znatno bolje zadovoljava test Kolmogorov–Smirnova, nešto bolje zadovoljava test Pirsona, dok gama i log-normalna nešto bolje zadovoljavaju test Romanovskog. Dakle, Vejbulova raspodela najbolje aproksimira empirijske podatke dobijene iz eksploatacije.

Iz dijagrama sa slika 4, 5 i 6 može se videti da se 50% svih korektivnih održavanja navedenog motora obavi za manje od 5 časova rada, 30% korektivnih održavanja za manje od 3 časa rada, dok

Tabela 9

Uporedni prikaz pokazatelja testiranja teorijskih raspodela

Test Raspodela	Kolmogorov – Smirnova $D_{\max}$	Pirsona χ^2	Romanovskog $ \chi^2 - k /\sqrt{2k}$
log-normalna	0,091	0,226	2,5052
Vejbulova	0,049	0,209	2,5454
gama	0,117	0,241	2,5024

se samo 10% korektivnih održavanja obavi za više od 10 časova rada.

Pored toga, upoređivanjem dobijenih podataka za srednje vreme aktivnog korektivnog održavanja od 5 časova rada sa taktičko-tehničkim zahtevima, datim u SNO 1096/85 u tabeli 3.7.1. na rednom broju 6, za mašine i agregate koje iznosi 10 časova za srednje vreme trajanja otklanjanja neispravnosti na nivou srednjeg remonta, može se zaključiti da navedeni motor ima dobre pogodnosti održavanja i u potpunosti ispunjava taktičko-tehničke zahteve u tom pogledu.

Zaključak

U radu je na osnovu aktivnog vremena korektivnog održavanja 97 motora istog tipa vozila u realnim uslovima eksploatacije praktično prikazana primena jedne od metoda za ocenjivanje pogodnosti održavanja, kao konstrukcijske karakteristike datog podsistema.

Vremena održavanja predstavljaju ukupno vreme aktivnog rada na korektivnom održavanju navedenog konkretnog podsistema vozila. Iz dobijenih rezultata može se videti da se raspodela vremena aktivnog korektivnog održavanja najpri-

bližnije može opisati Vejbulovom raspodelom.

Iz dobijenih rezultata može se zaključiti da se 30% svih korektivnih održavanja motora obavi za manje od 3 časa rada, 50% svih korektivnih održavanja za manje od 5 časova rada i samo 10% svih korektivnih održavanja obavi za više od 10 časova.

Upoređivanjem dobijenih rezultata sa taktičko-tehničkim zahtevima može se zaključiti da ih motor u potpunosti zadovoljava u pogledu pogodnosti održavanja za srednje vreme trajanja otklanjanja neispravnosti na nivou srednjeg remonta.

Primenom navedene metode može se odrediti pogodnost održavanja i ostalih podsistema, agregata i sklopova, kao i vozila u celini.

Literatura:

- [1] Todorović, B.J.: Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Beograd, 1993.
- [2] Vujanović, N.: Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1990.
- [3] Krstić, V.B.: Eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1997.
- [4] Zelenović, D., Todorović, B.J.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [5] Taktičko-tehnički zahtevi za razvoj tehničkih materijalnih sredstava, SNO 1096/85, Beograd, 1985.
- [6] Brkić, Lj.: Optimizacija sistema održavanja motornih vozila specijalne namene, magistarski rad, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1998.