

**Dr Branko Đedović,**  
pukovnik, dipl. inž.  
Tehnička uprava GŠ VJ,  
Beograd

## **DOGRADNJA JEDINSTVENOG SISTEMA ODRŽAVANJA TEHNIČKIH MATERIJALNIH SREDSTAVA KoV**

UDC: 623.1/6-7:65.01

### **Rezime:**

*Makrosistem održavanja tehničkih materijalnih sredstava KoV, u uslovima tehničko-tehnološke modernizacije i stalnog razvoja sredstava, postaje sve složeniji. Kompleksnost tehničkog obezbeđenja u celini i održavanja kao posebnog zadatka, u kontekstu postojećih zahteva, nametnula je potrebu za primenom dostignuća savremene teorije i prakse logističkog inženjerstva i organizacije u rešavanju zadataka tehničkog održavanja tehničkih materijalnih sredstava u miru i ratu. Kritički su analizirani fleksibilnost, efektivnost i celishodnost postojećih rešenja, što pokazuje da je moguće poboljšati postojeća i iznaći nova rešenja funkcije održavanja i optimalne upotrebe materijalnih, prostornih i kadrovskih resursa. Proverom postojećih rešenja u praksi otkrivene su nove zavisnosti pojava i svojstava, kao i tendencije njihovog daljeg toka. U radu se razmatraju razlozi i potrebe izrade jedinstvene tehnologije na kojoj bi se zasnivao koncept održavanja tehničkih materijalnih sredstava KoV.*

*Ključne reči: tehnička materijalna sredstva, organizacija održavanja, optimizacija održavanja.*

---

## **UPGRADING OF A UNIFORM SYSTEM OF TECHNICAL MATERIAL MEANS MAINTENANCE IN THE GROUND FORCES**

### **Summary:**

*Under the conditions of technological modernization and constant development of material means, the macrosystem of maintenance of technical material means in the Ground Forces becomes more and more complex. Complexity of technical support in general, and of maintenance as a particular task, have imposed the necessity to apply achievements of modern theoretical as well as practical aspects of logistic engineering and organization in the field of technical maintenance of technical material means in the state of peace as well as war. Flexibility, effectiveness and suitability of existing solutions have been analyzed. It was shown that it is possible to improve the existing solutions and to find new ones in maintenance and optimal use of material sources, facilities and human resources. The verification of existing solution in practice has revealed new relations between phenomena and properties, as well as trends of their further development. The paper also points out the reasons for upgrading a uniform technology as a basis for the concept of maintenance of technical material means in the Ground Forces.*

*Key words: technical material means, organization of maintenance, maintenance optimization.*

---

### **Uvod**

Projektovanje podrške u održavanju širokog asortimana tehničkih materijalnih

sredstava (TMS) KoV, različitih po starosti, konstrukciji, primenjenim tehnologijama i tehničkim karakteristikama, predstavlja složen zadatak tehničkog obezbe-

denja (TOB-a). Planiranje i realizacija održavanja na osnovu orijentacionih eksploatacionih i vremenskih resursa, na određenim vidovima održavanja, u uslovima brojnih međuzavisnosti organizacione, strukturne, kadrovske, prostorne, tehnološke i materijalne prirode, postaje višedimenzionalan problem. Pojedina rešenja pokazala su nedovoljnu fleksibilnost i efikasnost u obezbeđivanju podrške u održavanju. Ovo razmatranje treba da dovede do iznalaženja novih sistemskih rešenja u uslovima tehničko-tehnološkog osavremenjavanja, u pogledu daljeg razvoja TOB-a, unapređenja njegovih elemenata i faktora, u skladu sa najnovijim saznanjima teorije i prakse, u fazama pripreme i izvođenja borbenih dejstava, u funkciji ukupnog povećanja borbene gotovosti.

### Preispitivanje postojeće organizacije održavanja

Sistem održavanja sa svojim procesima, organizovan u odnosu na tehnološke postupke, obim i strukturu održavanja po nivoima, radi obezbeđenja veće autonomnosti, ekonomičnosti i efikasnosti, u uslovima brzog razvoja tehnike i tehnologije, nameće potrebu kontinualnog praćenja i dogradnje. Dalji razvoj TMS ukazuje na sve veću međuzavisnost održavanja i logističke podrške i njihovog uticaja na ostale operativne karakteristike TMS.

Neusklađenost zahteva i raspoloživih resursa za održavanje po nivoima uslova je narušavanje osnovne strukture sistema. Podrška u održavanju, kao obaveza viših nivoa da pružaju pomoć nižim nivoima, uslovljava preraspodelu raspoloživih kapaciteta, što umanjuje efektivnost sistema (šema 1).

#### Zahtevi za održavanje ↔ Raspoloživi resursi

- nedostatak kapaciteta za održavanje na nivou generalnog remonta;
- nepotpuno i nepravovremeno izvođenje radova obimnijih tehnoloških procesa;
- neekonomično osnovno i tehničko održavanje;
- neefikasni niži vidovi održavanja.

*Neusklađenost zahteva za održavanje i raspoloživih resursa po nivoima*

Sistem održavanja funkcioniše u okolini čije je dejstvo promenljivog karaktera, što izaziva poremećaje u radu sistema. Kao rezultat poremećaja javljaju se gubici koji umanjuju efekte i izvode sistem izvan granica dozvoljenih odstupanja. Izučavanje elemenata sistema održavanja, u svim njegovim dimenzijama, organizacijsko-formacijske strukture i tehnologije, njihovih karakteristika i relacija, ima za cilj projektovanje funkcionisanja u izmenjenim uslovima kao i sprečavanje stohastičkog ponašanja.

Od sistema održavanja TMS KoV, kao postavljena funkcija cilja ( $F_k$ ), zahteva se ostvarenje:

- maksimalnog učinka,
- maksimalne ekonomičnosti.

Maksimalni učinak definiše se:

- maksimalnim kvalitetom izvođenja tehnoloških postupaka održavanja ( $P$ ), tj.  $\max. (F_k) = \max. (P)$ ;

gde je funkcija cilja maksimalnog kvaliteta ( $F_{kp}$ ) izražena u vidu optimalne tačnosti ( $T$ ), tj.  $\max. (F_{kp}) = \text{opt} (T)$ ,

- maksimalnom brzinom izvođenja tehnoloških postupaka održavanja ( $v$ ), tj.  $\max. (F_k) = \max. (v)$ ;

- maksimalnim brojem izvedenih tehnoloških postupaka održavanja ( $Q$ ), tj.  $\max. (F_k) = \max. (Q)$ .

Maksimalna ekonomičnost definiše se:

- minimalnim troškovima rada ( $T_r$ ), tj. max. ( $F_k$ ) = min. ( $T_r$ );

- maksimalnim stepenom iskorišćenja ( $\eta$ ), tj. max. ( $F_k$ ) = max. ( $\eta$ ).

Definisana funkcija cilja povezana je sa stepenom iskorišćenja postojećih struktura održavanja po nivoima, određenih merom funkcionalne nadležnosti i uslovljenih raspoloživim resursima i zahtevima gotovosti TMS.

Kada je u sistemu održavanja narušena utvrđena međuzavisnost elemenata, nadležnost i odgovornost, sistem nepotpuno obavlja postavljenu funkciju kriterijuma, pa je potreban kritički osvrt na postojeću politiku održavanja, radi izmene strukture i algoritama njegovog funkcionisanja.

Kritičko sagledavanje broja nivoa održavanja, strukture pojedinih nivoa, tehničko-tehnoloških zahteva sredstava i broja izvršilaca u jedinicama za održavanje, ukazuje na moguće pravce izmene i dogradnje sistema održavanja.

### **Osnove koncepta poboljšanog sistema održavanja**

Nesistematizovano i nekritičko usvajanje različitih koncepata održavanja za različita TMS, i nemogućnost da se sistem održavanja usavrši i kvalitetno oceni bez strogog definisanja i praćenja parametara koji karakterišu tehnologiju održavanja, nameću potrebu izučavanja ovog problema i dogradnje koncepta integralne sistemske podrške u održavanju.

Osnovna postavka koja može opredeliti osnove koncepta dogradnje sistema održavanja jeste jednoznačno definisanje tehnologija održavanja za svako TMS i grupu TMS. Na taj način sistem održavanja će biti kvalitetno opisan i ocenjen na osnovu sistematizovanih tehnoloških pa-

rametara. Potrebno je izvršiti razradu tehnologija održavanja po tehnološkim programima za sva bitnija i složenija TMS.

Izrada jedinstvenih tehnologija održavanja omogućila bi projektovanje optimalnog broja nivoa održavanja i prostornih i kadrovskih kapaciteta za kvalitetno održavanje, na osnovu tehničkih, tehnoloških i ekonomskih parametara kao kriterijuma optimizacije. Poznavanjem obima tehnologije održavanja pojedinačnih vrsta i grupa TMS, sadržaja tehnoloških operacija i njihove sistematizacije na preventivne i korektivne, jasno se zaokružuje struktura radova na određenom nivou održavanja, obezbeđuje minimalno vreme sredstava „u otkazu“, ostvaruje maksimalan kvalitet radova održavanja i sprečava angažovanje visokostručnih kadrova na manje složenim tehnološkim zahvatima – „prelivanje“ kapaciteta viših nivoa u niže nivoe održavanja.

Primenjenim istraživanjima, metodama za rešavanje problema održavanja višeatributivnim odlučivanjem, moguće je doći do kvantitativnih pokazatelja efikasnosti održavanja sredstava i do izbora najboljeg rešenja.

Da bi se primenila bilo koja metoda za rešavanje modela višeatributivnog odlučivanja, neophodno je poznavati način: kvantifikacije kvalitativnih atributa, modifikacije atributa istog kriterijuma, normalizacije i linearizacije atributa i definisanja težinskih koeficijenata kriterijuma. Kvantifikovanjem činioca efikasnosti održavanja, preko matematičkih modela i primenom različitih postupaka i metoda za određivanje efikasnosti dejstva prema jednačini više kriterijuma, omogućava se realnije vrednovanje (ocena) efekta održavanja.

Pod problemom višekriterijumskog programiranja podrazumeva se zadatak

optimizacije dve ili više funkcija cilja ( $f_k$ ) na nekom skupu mogućih rešenja. Matematički zapis problema glasi:

$$\begin{aligned} & (\max) [f_1(x), \dots, f_k(x)], \quad (k \geq 2) \\ & g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

Kvalitativna svojstva održavanja biće izražena preko nivoa gotovosti, kao kriterijuma.

Na osnovu dosadašnjih saznanja o realnom sistemu održavanja moguće je koncipirati opštu metodologiju projektovanja poboljšanog sistema održavanja (šema 2).

Šema 2

Sistem održavanja	↔	Projektovanje
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mesto i uloga sistema održavanja, kao pod-sistema u okviru sistema tehničkog obezbeđenja;</li> <li>- generisanje univerzalnih primarnih zahteva za održavanje;</li> <li>- izbor politike održavanja;</li> <li>- sadržajno strukturiranje programa održavanja;</li> <li>- generisanje tehnoloških projektnih zahteva;</li> <li>- organizacioni i tehnološki projekat razvoja sistema održavanja;</li> <li>- generisanje varijantnih rešenja;</li> <li>- izbor rešenja;</li> <li>- provera rešenja.</li> </ul>		

Opšta metodologija projektovanja sistema održavanja

Studiozno izučen koncept poboljšanog sistema održavanja treba da definiše:

- organizacionu strukturu sistema održavanja,
- strukturu komunikacionih kanala,
- nadležnost pojedinih nivoa održavanja,
- broj i mikrolokacije organizaciono-tehnoloških celina po nivoima održavanja,
- osnovne strategije i tehnološke koncepcije realizacije postupaka održavanja,

- broj i vrstu potrebnih tehnoloških i upravljačkih elemenata.

### Tehnološki programi održavanja

Tehnologija održavanja TMS predstavlja skup programa održavanja pojedinih nižih materijalnih celina, koje čine sistem TMS, usklađenih po svim nivoima održavanja.

U skladu sa aktuelnim zahtevima sistema i tehnologije održavanja nameće se potreba da se tehnološka dokumentacija oformi modularno po programima održavanja, tako da program održavanja predstavlja zaokruženu tehnološku celinu koja se izvršava na određenom nivou održavanja.

Tehnološka dokumentacija, kojom se opisuje i određuje program održavanja, treba da predstavlja samostalnu modularnu celinu. Dokumentacija treba da omogući proračun i upravljanje resursima održavanja na optimalan način, kao i kontinualnu dogradnju i usavršavanje održavanja.

Poboljšanje sistema održavanja podrazumeva maksimalnu iskorišćenost postojeće infrastrukture i resursa, uključujući i njihovu makro i mikrolokaciju. Tehnološki programi održavanja treba da daju rekapitulaciju resursa održavanja (radne snage, normativa tehnološkog vremena, opreme i alata, rezervnih delova), periodičnosti i verovatnoće izvođenja, prostornih uslova i zahteva za okolinu.

Modularno osmišljena i strukturno i sadržajno razrađena tehnološka dokumentacija, namenjena grupi konstrukcijski i tehničko-tehnološki sličnih TMS, njihovim sistemima, podsistemima, sklopovima i konstrukcijskim celinama, univerzalne namene, znatno bi umanjila obim postojeće dokumentacije, povećala



kvalitet održavanja i poboljšala logističke i ekonomske parametre sistema održavanja TMS.

Teorija i praksa svakodnevnog rada kao i najnovija iskustva iz borbenih dejstava, potvrđuju opravdanost iniciranja i studioložskog izučavanja dogradnje sistema održavanja TMS KoV, na osnovu izrade jedinstvenih tehnologija održavanja i optimizacije kadrovskih, prostornih i materijalnih resursa za održavanje, po strukturi i lokaciji.

Suštinski značaj u dogradnji sistema ima određivanje vremena u kojem treba da se obavljaju preventivni postupci, kako bi troškovi održavanja bili što manji. Za rešavanje postavljenog zadatka određivanja optimalnih perioda sprovođenja preventivnih postupaka održavanja mogu se koristiti različiti modeli održavanja, koji funkcionalno povezuju najuticajnije činioce na troškove održavanja i ostvarenu efektivnost (gotovost). Jedan od modela analitički je dat izrazom:

$$T_u(t) = \frac{K_{ko} - (K_{ko} - K_{po}) \cdot R(t)}{\int_0^t R(t) dt}$$

gde je:

$T_u$  – ukupni troškovi održavanja,  
 $K_{ko}$  – troškovi korektivnog održavanja,  
 $K_{po}$  – troškovi preventivnog održavanja,  
 $R(t)$  – funkcija pouzdanosti.

Tehnološko projektovanje poboljšanog sistema održavanja moguće je realizovati algoritamskom procedurom prikazanom na šemi 3.

Prikazani algoritam i metodologija tehnološkog projektovanja omogućavaju:

- racionalizaciju svih tehnoloških zahteva,
- preferiranje dobrih varijantnih rešenja,

Sistem održavanja	↔	Tehnologije
<ul style="list-style-type: none"> <li>– analiza zadataka koje sistem održavanja treba da izvrši;</li> <li>– identifikacija i kvantifikacija tehnoloških zahteva;</li> <li>– generisanje tehnoloških koncepcija;</li> <li>– prilagođavanje zahteva tehnološkoj koncepciji;</li> <li>– kvantifikacija zahteva u okviru tehnološke koncepcije;</li> <li>– dimenzionisanje tehnoloških elemenata;</li> <li>– formiranje varijantnih tehnoloških rešenja;</li> <li>– izbor tehnoloških rešenja.</li> </ul>		

#### *Algoritam tehnološkog projektovanja*

- analizu stohastičkih nestacionarnih pojava,
- preciznu razradu tehnoloških postupaka modularnih tehnologija.

#### **Nova karakterizacija upravljanja održavanjem**

Upravljanje održavanjem TMS KoV na principu komandovanja, i izjednačavanje broja nivoa održavanja u skladu sa brojem komandnih nivoa, organizacijski i formacijski implementirano je u postojeću strukturu VJ.

Uslovi okoline u kojima funkcioniše sistem održavanja unutar Vojske, uže, i potencijal nacionalne privrede, šire, nameću ekonomsku i logističku potrebu grupisanja svih resursa na manji broj makrolokacija, a time i smanjenje broja nivoa održavanja i izmenu nadležnosti izvođenja definisanih tehničko-tehnoloških operacija u odnosu na nivo održavanja.

Potrebno je dograditi koncept održavanja TMS KoV. Prednosti navedenog pristupa problemu bile bi višestruke, što je prikazano na šemi 4.

U tom smislu, poboljšanje održavanja TMS višekriterijumskom optimizaci-

## Gotovost TMS ↔ Koncept održavanja TMS

- efikasnije komandovanje i upravljanje održavanjem;
- efikasnije održavanje TMS;
- bolje iskorišćenje kadrovskih, prostornih i materijalnih resursa;
- kraće vreme sredstava „u otkazu“;
- brže snabdevanje rezervnim delovima i lakša materijalna podrška održavanju;
- viša raspoloživost rezervnih delova za održavanje;
- viša ispravnost i gotovost za upotrebu TMS.

*Elementi poboljšanog sistema održavanja*

jom, po logističkim i ekonomskim atributima, predstavlja temeljnu postavku njegove modernizacije i bitan faktor podrške tehničko-tehnološkom osavremenjavanju KoV.

**Zaključak**

Sistemsom analizom organizacije i funkcionisanja jedinstvenog sistema održavanja TMS KoV, radi iznalaženja funkcionalnijih modela, logistički i ekonomski opravdanih, koji bi uvažili nove uslove delovanja okoline unutar Vojske i privrede, i pratili zahteve njenog tehničko-tehnološkog osavremenjavanja, generalizovani su stavovi koji se mogu dati u formi sledećih zaključaka:

- sistem održavanja TMS KoV treba da zadrži sve oblike organizacijsko-formacijske strukture koji ga povezuju u jedinstvenu celinu;

- poboljšanje sistema održavanja moguće je realizovati dogradnjom jedinstvenih tehnologija održavanja za svako TMS i grupu TMS, na osnovu univerzalne tehničke remontne dokumentacije modularnog karaktera, koja bi dala osnove koncepta novog sistema održavanja;

- sa aspekta povećanja efikasnosti i smanjenja troškova održavanja višekriterijumskom optimizacijom, na osnovu razrađenih tehnologija, na osnovu logističkih i ekonomskih atributa, moguće je smanjiti broj nivoa održavanja a postojeće resurse makrolokacijski grupisati;

- saznanja fundamentalnog karaktera, postojeće teorije i prakse održavanja, kao i iskustva iz najnovijih borbenih dejstava treba inkorporirati u savremena rešenja organizacije upravljanja održavanjem i realizacije održavanja.

*Literatura:*

- [1] Borović, S., Nikolić, I.: Višekriterijumska optimizacija, CVŠ, Beograd, 1996.
- [2] Petković, R., Kokanović M., Čirović, M.: Organizacija održavanja TMS, CVŠ KoV JNA, Zagreb, 1988.
- [3] Teze za razradu tehnologije održavanja TMS KoV JNA, VVTŠ KoV JNA, 1988.
- [4] Uslovi za izradu tehnološke dokumentacije usavršenog sistema održavanja TMS KoV OS, TU SSNO, 1988.
- [5] Inženjersko-mašinski priručnik, poglavlje Mašinski sistemi, Beograd, 1987.