Mr Petar Stanojević,
kapetan I klase, dipl. inž.
Dr Vasilije Mišković,
potpukovnik, dipl. inž.
Vojnotehnička akademija VJ,
Beograd

NEKI EFEKTI UVOĐENJA SISTEMA KVALITETA U SISTEM ODRŽAVANJA

UDC: 62-7.002:65.012.7

Rezime:

Problem oblikovanja i uvođenja sistema kvaliteta na osnovama serije standarda ISO 9000 i mogući efekti koje donosi, u odnosu na efektivnost funkcionisanja konkretnog sistema održavanja, obrađeni su u ovom radu. Analiziran je uticaj uvođenja sistema kvaliteta na organizaciju, upravljanje i resurse vojnog sistema održavanja. Na osnovu toga, razmotreni su neki pravci akcije i rešenja u organizacionoj strukturi, kadrovima, opremi, pravilima, procedurama i informacionom sistemu koji ih prate. Mogući pozitivni efekti prikazani su kroz rezultate istraživanja koje u osnovi ima metode modelovanja i simulacije.

Ključne reči: sistem održavanja, sistem kvaliteta, ISO 9000, modelovanje, simulacija, efekti.

SOME EFFECTS OF THE QUALITY SYSTEM INTRODUCTION INTO THE MAINTENANCE SYSTEM

Summary:

The problem of forming and introducing a quality system based on the ISO 9000 standard series was treated in the paper as well as the system possible accompanying effects in relation to the operational efficiency of a maintenance system in question. The effects of the quality system introduction on organization, control and resources of a military maintenance system were analyzed. The further step was to consider possible directions of accompanying actions and solutions in the organizational structure, personnel, equipment, regulations, procedures and information system. Possible positive effects were given through the results of the investigation based on modelling and simulation.

Key words: maintenance system, quality system, ISO 9000, modelling, simulation, effects.

Uvod

Održavanje predstavlja kompleks aktivnosti administrativno-organizacionog i tehničko-tehnološkog karaktera, čiji je cilj očuvanje radne sposobnosti ili vraćanje održavanog sredstva u stanje koje mu obezbeđuje obavljanje namenske (projektovane) funkcije (tj. popravka) [1]. Te aktivnosti obuhvataju održavanje pogona, mašina, zgrada,

konstrukcija, instaliranje, puštanje u rad, modifikovanje, zamenjivanje, ali i administraciju i projektovanje procesa i tehničkih sredstava (TS). Po svojoj suštini, održavanje predstavlja uslužnu delatnost, koja se preko obezbeđenja kvaliteta TS u eksploataciji direktno nadovezuje na proizvođača u očima korisnika.

Sistem održavanja može se odrediti kao kompleks elemenata, funkcija,

organizacionih postupaka i pravila u interakciji u procesu održavanja. To je podsistem logističkog sistema koji je deo sistema svake moderne vojske. Elementi sistema održavanja su kadrovi, oprema, rezervni delovi, prostor, obuka, dokumentacija, softver (elementi Inegral logistic support-a — ILS ili ITOb-a), a funkcije su neposredne realizacije održavanja, razvoja, finansija i računovodstva. Organizacioni postupci sistema održavanja su sve one aktivnosti koje se preduzimaju radi sprečavanja i otklanjanja stanja u otkazu od trenutka pojave potrebe za održavanjem do njenog završetka i početka eksploatacije, a pravila predsta-

specifičnosti obavljanja poslova [3]. Zbog toga se sistem kvaliteta, u nekim elementima, razlikuje od organizacije do organizacije. Od ispravnosti TS NVO zavisi život onih koji će ih upotrebljavati u ratnoj situaciji, ali i uspeh vojnog sistema u celini.

Osnovni princip koji nalažu standardi ISO 9000 i japanska proizvodna filozofija je [4]: »Ne kontroliši da bi pronašao grešku, nego da grešku ispraviš i sprečiš njeno ponavljanje.«

Zbog toga sistem kvaliteta mora obuhvatiti dva komplementarna radna procesa: traženje grešaka i sprečavanje pojave grešaka.

Sl. 1 — Elementi obezbeđenja svrsishodnosti i ostvarenja cilja sistema održavanja

vljaju odrednice i ograničenja u izvođenju svake pojedine aktivnosti održavanja. *Svrsishodnost i cilj sistema održavanja* najbolje se mogu protumačiti potrebom za obezbeđenjem dimenzija kvaliteta, kako tehničkih sredstava (proizvoda), tako i usluga (delatnosti održavanja) (slika 1) [2].

Problem uticaja sistema kvaliteta na sistem održavanja

Na konkretne karakteristike sistema kvaliteta u organizaciji utiču ciljevi organizacije, proizvod ili usluga i

Sprečavanje pojave neispravnosti — grešaka, otkrivanje nedostataka u poznatim dimenzijama kvaliteta¹ [2] i otkrivanje njihovih uzroka na sredstvima NVO je proces u kojem moraju zajednički učestvovati proizvođači, tehnička služba VJ i korisnici. Pouzdanost, trajnost, pogodnost održavanja, ispravnost, sigurnost i ergonomičnost nekog sredstva NVO najbolje se mogu pratiti u eksploataciji. Tehnička služba VJ, koja je direktno zadužena za održavanje, osnovni je no-

¹ Dimenzije kvaliteta proizvoda prikazane su na slici 1.

silac praćenja i izvor podataka o održavanju sredstava NVO, dok se od korisnika — jedinica mogu prikupiti sveobuhvatne informacije o eksploataciji.

Prema tački 16.2 SNO-JUS-ISO 9004, proizvođač se može obavezati da izradi sva uputstva za upotrebu i servisiranje proizvoda, montažu, ugradnju, spiskove delova i rezervnih delova, kao i da obezbedi snabdevanje rezervnim delovima i servisiranje. Takođe, prema tački 16.3 istog standarda, može se ustanoviti sistem za izveštavanje u slučaju otkaza proizvoda, odnosno sistem povratnog informisanja iz eksploatacije.

Ovi stavovi standarda potpuno se uklapaju u koncepciju ITOB-a (ILS), koja je doživela široku afirmaciju u domaćoj i svetskoj vojnoj i civilnoj praksi i predstavlja osnovu za koncipiranje sistema održavanja svakog pojedinog sredstva NVO, jer u potpunosti povezuje, u odgovornosti za stanje TS, proizvođača, sistem održavanja i korisnika.

Sistem održavanja, odnosno tehnička služba VJ, po svojoj suštini predstavlja uslužnu organizaciju.² Njegov proizvod-usluga su, u stvari, pojedine kategorije radova³ na održavanju koji se izvode na sredstvima NVO.

U okviru koncepcije sistema kvaliteta (ISO 9000), *sistem kvaliteta*, čiju okosnicu čini organizaciona struktura, *predstavlja mehanizam za postizanje ciljeva kvaliteta, odnosno sprovođenje politike kvaliteta*. Sistem kvaliteta čine [3]: organizaciona struktura, odgovornosti, postupci, procesi i resursi za ostvarenje upravljanja kvalitetom. To je upravo sve ono što čini jednu organizaciju ili organizacio-

nu strukturu, u širem smislu, odnosno mehanizam upravljanja. Svaki od standarda iz serije JUS ISO 9000 [2] usredsređuje pažnju na dokumentovanje operativnih tehnika i upravljačkih (menadžerskih) aktivnosti koje se koriste radi ispunjenja očekivanja i zahteva kupca — korisnika. U potpunosti se afirmiše upravljački pristup u rešavanju problema efikasnosti i disciplini izvršavanja (tehnički se podrazumeva na osnovu do sada važećih standarda) koji ide, u nekim elementima, i do stvaranja takve organizacije koja ima, po količini propisa i dokumenata koje zahteva, odlike »birokratske organizacije«, čiji je tvorac nemački sociolog Max Weber. Opravdanje za to treba tražiti u stavu da, ako nešto nije propisano i dokumentovano nemamo se čega ni pridržavati niti postoji način da se to drugima predstavi i objasni.

Opšte je prihvaćen stav da bi uvođenje sistema kvaliteta iz serije standarda ISO 9000 garantovalo efikasnije i bolje održavanje TS, potpunije prikupljanje potrebnih informacija i viši stepen njihove tačnosti, jer bi se eliminisao uticaj nekvalitetnog poslovanja. Međutim, uvođenje ovog sistema kvaliteta iziskuje prilične izdatke i izaziva nužne, ne uvek lako sagledive i prihvatljive promene u načinu funkcionisanja sistema održavanja, a do ukupnih efekata koji se time mogu postići tek treba doći putem kompleksnih analiza i istraživanja, od kojih su neka već započeta.

Uticaj uvođenja sistema kvaliteta na organizaciju i upravljanje sistemom održavanja

Da bi se odlučilo za određeni oblik sistema kvaliteta, prema zahtevima standarda ISO 9000, kao mehanizma upravljanja, moraju se imati u vidu sledeći zahtevi i ograničenja:

² Standardi ISO 9000 polistovećuju proizvod i uslugu.

³ Pod kategorijom radova podrazumeva se organizaciono i tehnološki tačno definisana celina koju čini skup operacija na održavanju (na primer, tehnički pregled, preventivni srednji ili generalni remont) [5].

— serija standarda JUS ISO 9000 nameće povećanje količine poslova koji se u organizaciji moraju obaviti radi obezbeđenja kvaliteta. Ti poslovi se, sadržajno, mogu podeliti na dve grupe: poslove projektovanja, uvođenja, dokumentovanja i operativnog upravljanja sistemom kvaliteta — upravljački deo, i poslove neposredne kontrole kvaliteta izvršenja radova održavanja — izvršni deo;

— dve osnovne grupe upravljačkih poslova, koje treba obaviti za uvođenje i održavanje određenog modela za obezbeđenje kvaliteta, su: priprema i projektovanje postupaka dokumentovanog sistema kvaliteta i uputstava, i njihova efikasna primena. Po svom karakteru poslovi su preventivni — sprečavanje grešaka, kontrolni i korektivni — otklanjanje grešaka;

— svi zaposleni moraju se, u većoj ili manjoj meri, uključiti u posao obezbeđenja kvaliteta;⁴

— u standardima se nigde eksplicitno ne zahteva formiranje izdvojenog organizacionog podsistema za obezbeđenje kvaliteta, ali se zahteva stvaranje njegove čvrste organizacione strukture, što znači da ljudi uključeni u sistem obezbeđenja kvaliteta mogu obavljati i druge poslove. Poslovna je potreba da se postigne i održi željeni kvalitet pri optimalnom trošku, uz plansko i efikasno korišćenje svih raspoloživih potencijala organizacije [9];

— ne zahteva se formiranje izdvojenog organizacijskog podsistema, ali se, istovremeno, zahteva da sve kontrole obavljaju lica koja su nezavisna od izvršioca poslova. To se odnosi i na kontrolu i verifikaciju doku-

mentacije koju moraju odobriti lica ovlašćena za kontrolu;

— za sprovođenje politike kvaliteta odgovoran je najviši nivo rukovođenja [9]. U tom kontekstu mora se odrediti predstavnik najvišeg rukovodstva koji će imati definisano ovlašćenje i odgovornost za osiguranje da se zahtevi standarda primenjuju i održavaju [3];

— ukoliko se ne zadire u preraspodelu nadležnosti i ovlašćenja, prema važećoj regulativi, dolazi se do ključka da se u organizacionim celinama, koje su namenjene za tehničko održavanje i srednji remont, najviše može primeniti model obezbeđenja kvaliteta koji zahteva standard ISO 9002 [10]. Na nivou celine sistema održavanja i nivou generalnog remonta mora i može da se primeni model iz standarda ISO 9001⁵ [11], posebno ako se određenje pojmova — delatnosti, kao što su razvoj, projekat i servisiranje,⁶ uzme prema literaturi [2]. Ovakvim pristupom celokupna TSI VJ bi, u stvari, usvojila model obezbeđenja kvaliteta iz standarda ISO 9001, što predstavlja najviši domet. Usvajanje ovog modela obezbeđenja kvaliteta nameće i potrebu za ocenom i kontrolom kvaliteta isporučilaca — u ovom slučaju proizvođača NVO i rezervnih delova;

— sistem kvaliteta mora se prilagoditi delatnosti organizacije [1]. U slučaju organizacije održavanja to znači da se moraju obezbediti dimenzije kvaliteta usluge [2]: opipljivost, pouzdanost, spremnost na odziv, kompetentnost, ljubaznost, verodostojnost, sigurnost, pristup i komunikacija. To zahteva dodatne napore koji se u re-

⁴ U novoj japanskoj proizvodnoj filozofiji insistira se i na tzv. samokontroli. Izvršilac mora biti odgovoran za svoj rad i kontrolisati njegov kvalitet. U vojnom sistemu održavanja veoma je poželjno da svaki izvršilac radova može sam prekontrolisati kvalitet svog rada, jer borbene situacije ne omogućavaju preveliko povećanje obima posla i ljudstva koje bi se angažovalo na kontroli kvaliteta. Međutim, tzv. samokontrola ima i nedostatke koji se ogledaju u subjektivizmu i mogućnosti da se greška javi i u samoj kontroli.

⁵ Standard ISO 9001, za razliku od ISO 9002, predviđa da postoje (moraju se obaviti) i poslovi vezani za projektovanje, razvoj i podršku, čime se obezbeđuje odgovarajuće upravljanje kvalitetom. ISO 9002 usmeren je na proces obavljanja osnovne delatnosti — proizvodnje i ugradnje.

⁶ Projekat — koncepcija i plan usluge koju treba pružiti, kao i njenih karakteristika, radi zadovoljenja kupca. Razvoj — poboljšanje prvobitnog koncepta i planiranja na način koji je moguće realizovati. Servisiranje — podrška, saveti i pomoć kupcu posle prodaje.

alnom sistemu moraju usmeriti prema adekvatnom dimenzionisanju sistema održavanja i njegovih funkcionalnih celina, obezbeđenju potreba za elementima ITOB-a, potpunoj i adekvatnoj primeni postojećih svetskih i domaćih tehničkih standarda, uvođenju moderne opreme za održavanje, obuci kadra, itd., što će sigurno dovesti do povećanja troškova;

— namena i način upotrebe sredstava NVO diktira da je 100%-tna kontrola jedini mogući metod kontrole koji se mora primeniti⁷ [4];

— potrebno je odlučiti koji obim i sadržaj kontrolnih radova treba obaviti u toku i posle neke radnje održavanja, radi kontrole kvaliteta radova koje su izvršili posebni stručnjaci (npr. da li posle srednjeg remonta treba obavljati I ili II tehnički pregled kao radnje kontrole ili neke posebne radnje). Prema postojećim saznanjima ovaj organizaciono-tehnički aspekt nije dovoljno razrađen u dokumentaciji realnog sistema održavanja, niti u postojećim tehničkim standardima;

— mada treba maksimalno insistirati na samokontroli, zbog njenih evidentnih nedostataka [4], i nemogućnosti sprovođenja koncepta neposredne kontrole, kao ni POKA-YOKE metoda⁸ [3] radi obezbeđenja kvaliteta, u konkretnom slučaju, bar delimično se treba osloniti i na posebno ljudstvo;

— mora se obezbediti 100%-tna informativna kontrola⁹ [4], kako za analizu grešaka u održavanju, tako i za poboljšanje kvaliteta NVO.

⁷ To je metoda kontrole kojom se apsolutno sprečava nastajanje greške. Statističke metode kontrole ne pružaju, u potpunosti, ovu mogućnost.

⁸ Neposredna kontrola podrazumeva da kontrolu rada jednog izvršioca obavi izvršilac u sledećoj operaciji. POKA-YOKE (nenamerno izbeći) jeste metod kojim se, uz pomoć nekog instrumenta, naprave ili uređaja, sprečava pojava greške. Neposredna kontrola je, u uslovima realnog sistema, teško izvodiva, jer izvršioci različitih specijalnosti izvršavaju bitno različite operacije jednu za drugom (npr. problem je da elektroničar kontroliše mehaničara za vozila guseničare), pa je POKA-YOKE metod primereniji proizvodnim tehnološkim procesima.

Pravci akcije i njihovi efekti

Prethodno izneti zahtevi i ograničenja, koje nameće uvođenje i primena sistema kvaliteta prema seriji standarda ISO 9000, predstavljaju osnovni okvir za moguće pravce akcija u realnom sistemu održavanja, čije efekte treba, po mogućnosti, što detaljnije i preciznije sagledati.

Činjenica je da se poslovi u okviru obezbeđenja kvaliteta moraju definisati i normirati kako bi se mogao sagledati njihov obim. Problem se usložava kada se zna da, u konkretnom sistemu održavanja, treba sprovesti 100%-tnu kontrolu radova. Povećanje količine poslova, način kontrole, zahtevi da se razradi i dokumentuje karakteristični sistem kvaliteta i da kontrolu obavljaju lica koja nisu direktno zadužena za izvršenje poslova održavanja, moraju dovesti do izvesnog povećanja broja uže specijalizovanih ljudi zaposlenih u podsystemu *upravljanja kvalitetom sistema održavanja*. Kako i koliko će to biti zavisice od daljih proučavanja, odgovarajućih racionalizacija, kao i od organizacione strukture sistema kvaliteta koja bude prihvaćena. Gruba računica pokazuje da bi se znatno povećao broj novih radnih mesta, samo ukoliko bi se prihvatilo stvaranje organizaciono izdvojenog *sistema kvaliteta održavanja*. Znatno povećanje broja zaposlenih, svakako, ne ide u prilog naporima za racionalizaciju. Međutim, neminovno bi se deo zaposlenih, od vrha sistema održavanja kao najodgovornijeg za sistem kvaliteta, morao izdvojiti, uzevši u obzir obim poslova na dokumentovanju, uvođenju i primeni sistema kvaliteta.

Poveravanje poslova kontrole poslovođama odeljenja i postojećim upravnim organima TSl, *pri realnom*

⁹ Informativna kontrola podrazumeva metode za što skorije generisanje i prenošenje informacija o problemima i greškama u kvalitetu.

stanju informacionog sistema i metodologije za operativno planiranje ne mora biti najbolji put, jer istraživanja koja su sprovedena u Švedskoj govore da oni, za poslove kontrole kvaliteta, mogu izdvojiti 4 do 16,2% radnog vremena (4% radnog vremena direktno za nadzor nad kvalitetom rada) [12].

Problem se ne može jednostavno rešiti, jer na njegovo rešenje utiče više faktora. *Izlaz se, za sada, može potražiti u četiri pravca, kroz: a) iskorišćenje pozitivnih poslovnih efekata koje pruža uvođenje sistema kvaliteta, b) traženje i angažovanje unutrašnjih rezervi, c) uvođenje informacionog sistema za upravljanje sistemom održavanja, d) i osloncem na princip samokontrole.*

U slučaju sistema održavanja moraju se obezbediti sve dimenzije kvaliteta usluge (slika 1), što se postiže: optimizacijom potrebnih resursa i njihovih kapaciteta, optimizacijom rasporeda i nadležnosti jedinica za održavanje u hijerarhiji i prostoru, iskorišćenjem prednosti primene moderne tehnološke opreme i postupaka, obukom kadra, razradom i striktnom primenom dokumentacije kojom se definiše proces održavanja, itd. To je nerazdvojni deo postupka dokumentovanja i uvođenja sistema kvaliteta koji povlači izvesne troškove, ali ima i pozitivne efekte.

Po mišljenju autora, konkretni sistem održavanja rešio je pitanja opipljivosti, pristupa i načina komuniciranja, samim uspostavljanjem sistema održavanja, konkretne vojne organizacione strukture i preko propisane dokumentacije koja se vodi.

Spremnost na odziv, odnosno nužnost da se pomogne korisniku sredstva NVO, u suštini je namene konkretnog sistema održavanja. Sa dimenzijom *spremnost na odziv* najuže je povezan pojam *pouzdanost*, u smislu sigurnosti funkcionisanja sistema o-

državanja (misli se na dimenziju kvaliteta usluge). Spremnost na odziv i pouzdanost funkcionisanja imaju svoj kvantitativni iskaz u pokazateljima uspešnosti sistema održavanja, kao što su: vreme zastoja zbog održavanja i operativna raspoloživost TS. Na ove pokazatelje uspešnosti sistema održavanja prvenstveno utiče zadovoljenje potreba za svim elementima ITOb-a (po kvantitetu i kvalitetu) na svim nivoima sistema održavanja, a s tim su neraskidivo povezani određeni troškovi. Problem zadovoljavanja potreba za elementima ITOb-a rešava se metodama za projektovanje i optimizaciju potrebnih potencijala sistema održavanja namenjenih za izvršenje osnovne svrhe — održavanje NVO. Pošto je taj aspekt konkretnog sistema održavanja predmet dugogodišnjih istraživanja u kojima su postignuti značajni rezultati na optimizaciji i u povećanju efikasnosti, a na kojima se još radi, neće se, u ovom slučaju, dublje zalaziti u postojeće metode i rešenja, već će se samo ukazati na rezultate najnovijih istraživanja [6] koji potvrđuju značaj ovih i drugih dimenzija kvaliteta usluge.

Istraživanje [6], čiji će neki rezultati biti prikazani, zasnovano je na metodama modelovanja i simulacije što je uključilo snimanje konkretnih podataka na terenu i korišćenje rezultata iz prethodnih istraživanja. Za osnovnu jedinicu koja se posmatra uzeta je brigada koja, hipotetički, ima 160 tenkova i transportera (po 80 svake vrste) i izvodi borbena dejstva u izrazito nepovoljnim uslovima. Brigada se posmatra u slučajevima kada samostalno izvodi dejstva i kada dejstva izvodi u sklopu više jedinice — korpusa. Za nju je vezan nivo tehničkog održavanja (TOd), a za korpus, hipotetički, nivo srednjeg remonta (SR). Podaci o vrsti, obimu i karakteru oštećenja-neispravnosti snimani su u realnom sistemu u toku borbenih dejstava. Dinamika pojave neispravnosti i broj oštećenih TS, po fazama izvo-

đenja borbenih dejstava, uzeti su na osnovu podataka iz sličnih inostranih sistema i nekih domaćih istraživanja. Simulacionim modelom opisuju se procesi u sistemu održavanja, kako na nivou brigade, tako i na nivou korpusa, kao celine koja obuhvata više brigada. Pored osnovne namene originalno kreiranog simulacionog modela, a to je dimenzionisanje potrebnih resursa za održavanje i njihovih kapaciteta, obavljeno je i istraživanje-analiza osetljivosti izlaznih rezultata projektovanja sistema održavanja na promenu veličina relevantnih faktora, među kojima su i faktori-pokazatelji kvaliteta usluge. Sistem održavanja je, praktično, sa dva nivoa (TOd i SR, mada postoje ugrađeni i elementi ostalih nivoa održavanja), modelovan za hipotetičku ratnu situaciju, pa se dobijeni rezultati odnose samo na konkretan slučaj, ali se mogu iskoristiti i za prikazivanje trendova koji će nastati u sistemu održavanja po uvođenju sistema kvaliteta.

Pokazatelji efektivnosti sistema održavanja, koji su ovde iskorišćeni, imaju, zbog posmatranja ratne situacije, sledeća specifična značenja: *raspoloživost* — srednji broj ispravnih TS u toku posmatranog perioda — perioda simulacije (vrednost operativne raspoloživosti u njenom klasičnom obliku verovatnoće dobija se kada se taj broj podeli sa 160); *popunjenost* — broj ispravnih TS na kraju posmatranog perioda — odnosno koliko se TS može uključiti u sledeću akciju; *gubici TS* — broj izgubljenih TS zbog toga što sistem održavanja nije obavio svoju funkciju; *verovatnoća održavanja* — verovatnoća da će TS biti opravljeno i vraćeno u stroj na nekom od nivoa održavanja; *iskorišćenje radnih mesta* — odnos vremena zauzetosti radnog mesta i ukupnog raspoloživog vremena za rad; *broj radnih mesta* na SR — broj radnih mesta koja se moraju formirati na nivou SR da bi se zadovoljili zahtevi za održavanjem sa verovatnoćom od 0,95. Dakle, pos-

matrajući uopšteno, parametri raspoloživosti su ovde sadržajno određeni — *raspoloživost* i *popunjenost*.

Na slici 2 prikazana je zavisnost između verovatnoće zadovoljenja potražnje za r/d bez čekanja $P_z(t)$, na nivou tehničkog održavanja (kao jednog od pokazatelja dimenzije spremnost na odziv i pokazatelja raspoloživosti i gubitka TS u brigadi, kao kvantitativnog iskaza kvaliteta održavanja.

Može se uočiti da sa porastom $P_z(t)$ rastu i vrednosti pokazatelja raspoloživosti (*raspoloživost* i *popunjenost* brigade), a opada veličina mogućih gubitaka TS zbog nepravovremenog ili nepotpunog održavanja, što se moglo i pretpostaviti. Ono što je interesantno jeste da se vrednost pokazatelja raspoloživosti i gubitaka stabilizuje oko verovatnoće zadovoljenja potražnje od 0,9 i do 1 ostaje gotovo nepromenjena. Dostizanjem ove vrednosti $P_z(t)$ eliminiše se mogućnost gubitaka TS zbog toga što sistem održavanja nije na najbolji način obavio svoju funkciju. Ovi rezultati pokazuju da bi pri projektovanju sistema snabdevanja r/d trebalo voditi računa o tome da se obezbedi nivo zadovoljenja potražnje od najmanje 0,9, što je odgovor na pitanje zašto je zahtev iz MIL-STD-1390A [7], američke vojske, ovu veličinu odredio na 0,95. Time se kvantitativno određuje jedno od ključnih ograničenja i kriterijuma za optimizaciju i uštede u projektovanju sistema snabdevanja r/d.

Uticaj pouzdanosti funkcionisanja sistema održavanja istražen je i kroz eksperiment sa posmatranjem uticaja smanjenja broja zahteva za korektivno održavanje na pokazatelje raspoloživosti i potrebne resurse za održavanje. Smanjenje broja zahteva za korektivno održavanje trebalo bi, pored ostalog, da bude posledica primene adekvatne politike preventivnog održavanja, a u sklopu nje posebno radnji osnovnog održavanja čiji su osnovni nosioci korisnici TS, i održava-

Sl. 2 — Zavisnost pokazatelja raspoloživosti i gubitaka tehničkih sredstava od verovatnoće zadovoljenja zahteva za rezervnim delovima bez čekanja — $P_z(t)$

Sl. 3 — Promena pokazatelja raspoloživosti i broja potrebnih radnih mesta na nivou srednjeg remonta u zavisnosti od smanjenja broja zahteva za korektivnim održavanjem

nja prema stanju, uz korišćenje moderne dijagnostičke opreme. Rezultati ovog eksperimenta prikazani su na slici 3.

Sa smanjenjem broja zahteva za korektivnim održavanjem drastično se povećavaju vrednosti pokazatelja raspoloživosti — u ovom slučaju za operativnu raspoloživost sa 60% na 90%. Pokazatelji raspoloživosti rastu, kako na nivou tehničkog održavanja-brigade, kada se taj deo posmatra izdvojeno, tako i na nivou korpusa, kada se brigada posmatra u sklopu korpusa, odnosno kada se uključi u razmatranje delovanje jedinice sistema održavanja koja će se baviti srednjim remontom (SR). Smanjenje broja zahteva za korektivnim održavanjem utiče pozitivno i na troškove održavanja, jer se vidno (oko 10%) smanjuje potreban broj radnih mesta u jedinici koja se bavi srednjim remontom. Posebno je značajno uočiti, za konkretni slučaj, skokovitu promenu vrednosti pokazatelja raspoloživosti u trenutku kada broj korektivnih radova na odr-

žavanju opadne za oko 40% od prvobitne vrednosti. Ovaj podatak daje za pravo jednom od najvećih praktičara i teoretičara sa područja organizacije proizvodnje H. B. Maynardu [8], koji kaže da se preventivnom politikom održavanja broj korektivnih radova mora svesti na 10% od ukupnog broja radova na održavanju, jer se tek tada postižu pravi pozitivni efekti, ali i odgovornicima održavanja prema stanju, kao što je prikazano, ne nužno skupljeg načina održavanja TS.

Pitanja uticaja dimenzija verodostojnosti — poverenja u davaoca usluge i sigurnosti — nepostojanja opasnosti, rizika i sumnje, obrađena su kroz dva simulaciona eksperimenta. Prvim je razmatran uticaj smanjenja broja radova po reklamacijama, odnosno povećanja verovatnoće kvalitetnog izvršenja radova održavanja. Drugim eksperimentom je razmatran uticaj povećanja preciznosti dijagnostikovanja stanja TS koja dolaze na održavanje. Rezultati prvog eksperimenta prikazani su na slici 4.

Sl. 4 — Promena vrednosti pokazatelja raspoloživosti u zavisnosti od povećanja verovatnoće kvalitetnog izvršenja radova održavanja

Smanjenje broja radova po reklamacijama ima efekte na ukupno povećanje pokazatelja raspoloživosti (2—5%). Aktivno vreme zastoja zbog održavanja na nivou tehničkog održavanja, u konkretnom slučaju, skraćuje se i do 15%. Pokazatelji raspoloživosti na nivou tehničkog održavanja-brigade rastu za oko 2—3% kada se ona posmatra izdvojeno, kao i na nivou korpusa za oko 4—5%. Važno je obratiti pažnju na ove rezultate, jer je početna-zadata verovatnoća kvalitetnog održavanja bila 0,9, što znači da će se 90% radova na održavanju realizovati bez reklamacija. To znači da je povećanje kvaliteta izvršenja radova na održavanju jedan od dobrih puteva za povećanje raspoloživosti bez nekih dodatnih troškova, posebno što se na taj način smanjuje utrošak materijala i rada potrebnog za održavanje.

Na slikama 5 i 6 prikazani su rezultati eksperimenta sa povećanjem preciznosti dijagnostike.

Sa slike 5 se vidi da povećanje preciznosti dijagnostike ima najveći efekat na ukupno ponašanje projektovanog sistema održavanja za najmanji korak promene vrednosti verovatnoće precizne dijagnostike. Pokazatelji raspoloživosti na nivou tehničkog održavanja brigade rastu za 5—9%, kada se ona posmatra izdvojeno, a na nivou korpusa (kada se brigada posmatra u sklopu korpusa) za 15%. To je posebno važno kada se ima u vidu činjenica da je početna-zadata vrednost verovatnoće moguće greške dijagnostike svega 10%, odnosno 90% dijagnostikovanih stanja TS će biti tačno, što se uklapa u dostupne podatke iz svetske prakse [6]. Pokazatelji raspoloživosti brže rastu za celinu sistema održavanja zbog smanjenja nepotrebne cirkulacije TS među nivoima. Takođe, može se zapaziti da postoji i blag trend opadanja potrebnog broja radnih me-

Sl. 5 — Efekti povećanja preciznosti dijagnostike na pokazatelje raspoloživosti i potreban broj radnih mesta na nivou srednjeg remonta

sta u jedinicama koje se bave srednjim remontom, što dovodi do smanjenja troškova.

Slika 6 prikazuje da sa povećanjem verovatnoće preciznosti dijagnostike, verovatnoća održavanja po nivoima raste između 5 i 10%, zavisno od nivoa, s tim što je nešto veći prirast na višem nivou održavanja. Za to vreme, vrednost iskorišćenja pojedinih

Prikazani rezultati ukazuju na neke puteve kojima se mora poći pri projektovanju i uvođenju sistema kvaliteta i svih sadržaja koje on obuhvata radi poboljšanja funkcionisanja sistema održavanja, traženja i sprečavanja grešaka koje se mogu javiti u delovanju konkretnog sistema održavanja i smanjenju troškova. Kao najvažniji pravci akcije svakako se izdvajaju

Sl. 6 — Efekti povećanja preciznosti dijagnostike na verovatnoću održavanja po nivoima sistema održavanja i iskorišćenje radnih mesta na nivou tehničkog održavanja

resursa (radnih mesta) na nivou tehničkog održavanja ostaje praktično nepromenjena.

Verodostojnost i sigurnost, kao dimenzije kvaliteta usluge, kod korisnika svakako je najteže steći i održati, jer su posledica, u očima korisnika, svih ostalih dimenzija kvaliteta usluge. Uvođenjem sistema kvaliteta na osnovama serije standarda ISO 9000 taj zadatak bi sigurno bio olakšan i postiglo bi se, kao što se i iz prikazanih rezultata vidi, veće zadovoljenje potreba korisnika po kvantitetu i kvalitetu, a ostvarile bi se i izvesne uštede.

smanjenje broja zahteva za korektivnim održavanjem i povećanje tačnosti dijagnostike, što ukazuje na potrebu za primenom održavanja prema stanju gde god je to moguće. Ovakav pristup, međutim, podrazumeva i dodatnu obuku, kako rukovodećih organa u TSl, o načinu izvršenja konkretnih radova na održavanju, tako i mehaničara, što uslovljava njihovu užu specijalizaciju za pojedine vrste i delove sredstava NVO, kao i primenu modernih sredstava za rad. Taj pristup, kao što se iz prikazanih rezultata vidi, ne mora obavezno doneti povećanje troškova, ali će se sigurno pozitivno odraziti

na povećanje raspoloživosti TS, pa time i na ukupnu efektivnost održavanja tehničkih sredstava.

Umesto formiranja neke posebne organizacione strukture sistema kvaliteta, prvo je potrebno potražiti neke od unutrašnjih rezervi u konkretnom sistemu održavanja. Korisna bi bila reafirmacija i redefinicija zadataka i uloge pomoćnika za organizaciju i tehnologiju u jedinicama za održavanje. Takođe, vredelo bi razmotriti mogućnosti angažovanja starijih i iskusnijih mehaničara u ulozi kontrolora i dijagnostičara-defektatora, bar u toku polovine radnog vremena. Pomoćniku za tehnologiju u jedinicama, posebno za TOd, i mehaničarima-kontrolorima poverio bi se, pored ostalog, deo stručne obuke zaposlenih, kontrola procesa izvođenja osnovnog održavanja i njegovih rezultata, kao i popunjavanje posebno definisanih zapisa po tom pitanju. Evidentičari radova vodili bi ostale potrebne zapise o kvalitetu, uz saradnju ostalih učesnika u procesu održavanja. Pored zapisa o kvalitetu na nivou jedinica za održavanje morali bi se izrađivati i planovi kvaliteta, čiji bi nosioci bili pomoćnici za organizaciju i tehnologiju.

To praktično znači da se, sem eventualno u samom vrhu organizacije, ne bi morala stvarati posebna radna mesta u sistemu kvaliteta već bi se iskoristile postojeće mogućnosti i prednosti matrične organizacione strukture koja podrazumeva da zaposleni mogu izvršavati slične poslove pod kontrolom dva rukovodioca (u ovom slučaju onog koji već postoji u organizaciji i rukovodioca po pitanju kvaliteta).

Za praćenje toka TMS na održavanju, kao i overu kvaliteta izvršenja svake od etapa u procesu održavanja trebalo bi reafirmisati ulogu radioničke liste, ili u tehničkim knjižicama TS uvesti posebne obrasce. Ove obrasce overavali bi mehaničari-kontrolori po etapama, a overa bi predstavljala, pra-

ktično, kontrolni list i dozvolu za nastavak rada u sledećoj etapi, ali i informaciju rukovodstvu u kojoj se fazi posla nalazi konkretno sredstvo (slično rešenje je već opravdala praksa u nekim našim preduzećima).

Kontrola nabavljenog materijala i rezervnih delova zahteva poboljšanje njihove centralizovane kontrole kod proizvođača, a zatim, distribuciju prema onima kojima su potrebni, ili uvođenje kontrole kod svakog izvršnog organa TS, zbog čega je potrebno svima distribuirati odgovarajuću konstrukcionu dokumentaciju.

Za potrebe upravljanja sistemom održavanja već se vode podaci o uzrocima neispravnosti TMS, karakteristikama neispravnosti, uslovima eksploatacije i smeštaja-čuvanja, pri kojima je došlo do neispravnosti, radnji pri kojoj je otkrivena neispravnost, vrstama intervencija održavanja i vremenu utrošenom za radnje na održavanju. Stvaranje informacionog sistema (koje je u toku) za prikupljanje i obradu ovih informacija od ključnog je značaja, kako za poboljšanje efikasnosti sistema održavanja, tako i kao izvor informacija za proizvođače sredstava NVO i njihov sistem obezbeđenja kvaliteta. Po obimu i kvalitetu ove informacije su dovoljne za proučavanje pouzdanosti, trajnosti, ispravnosti, sigurnosti i pogodnosti održavanja, kao dimenzija kvaliteta proizvoda, što je sasvim dovoljno, jer u slučaju sredstava NVO estetski izgled nije od presudne važnosti, a performanse i ergonomičnost se mogu direktno meriti i ne zahtevaju posebno praćenje. *Informacioni sistem bi morao pružiti i mogućnost potpune informacione kontrole za upravljanje sistemom kvaliteta, posebno putem obezbeđenja informacija o pojavama neispravnosti koje su posledica nekvalitetnog izvršenja zahvata održavanja i, u tom sklopu, greška u dijagnostici.*

Postojeću dokumentaciju u sistemu održavanja trebalo bi poboljšati u

smislu vođenja zabeleški o tome šta se sa svakim konkretnim delom-elementom sredstva NVO dogodilo u procesu održavanja kod složenijih kategorija radova, kao što je, na primer, SR, a posebno treba obezbediti takve informacije iz TRZ (za sada se vode zajednički dokumenti o ukupnim karakteristikama radova).

Ovaj informacioni sistem morao bi da omogući i uspešno planiranje i raspoređivanje rada (u konkretnim jedinicama za održavanje), kao i vođenje potrebne dokumentacije. Prema već navedenom istraživanju iz Švedske, ukoliko bi se poslovođe rasteretile poslova planiranja i raspoređivanja rada oslobodilo bi se 54,4% njihovog radnog vremena za druge aktivnosti, a uz bolju organizaciju moglo bi da se oslobodi i do 57—58% radnog vremena poslovođa [12].

Upravni organi TSl, prema Pravilu TSl, već imaju zadatak da prate tehničko stanje TMS koja se opravljaju u radionicama i jedinicama, kontrolišu kvalitet izvršenih radova i kako se popravljena TMS ponašaju pri upotrebi i preduzimaju mere za poboljšanje njihovog stanja. Treba im, rasterećenjem od drugih poslova i potrebnom organizacionom strukturom i doobukom, omogućiti neprekidno i potpuno izvršenje tog zadatka, a najbolji način za to je uvođenje informacionog sistema održavanja, uz obezbeđenje adekvatne popune jedinica i ustanova TSl. Komandiri odeljenja bi, delimično ili u potpunosti, mogli preuzeti i ulogu mehaničara-kontrolora iz domena svoje specijalnosti.

Praćenjem informacija o pojavama neispravnosti koje su posledica nekvalitetnog izvršenja zahvata održavanja, analizom i otklanjanjem njihovih uzroka mogla bi se, u doglednoj budućnosti, stvoriti mogućnost za davanje garancija za izvedene zahvate održavanja na svim nivoima, slične onima koje danas daju proizvođači ili TRZ, a i smanjiti ukupan broj potrebnih ra-

dova koje treba izvršiti na održavanju, kako preventivnih, tako i korektivnih.

Primena principa samokontrole veoma je pogodna za vojne sisteme održavanja u ratu, jer ne zahteva povećanje broja radnih mesta. Međutim, taj princip zahteva izuzetno visok stepen obučenosti i odgovornosti izvršilaca radova na održavanju, što uključuje i korisnike, kao i primenu modernih tehničkih sredstava za održavanje, što, ipak, dovodi do izvesnog povećanja troškova. Pri primeni ovog principa, posebnu pažnju trebalo bi posvetiti obuci izvršilaca održavanja za izvođenje precizne dijagnostike i korisnika sredstava NVO za osnovno održavanje, jer bi se, na taj način, povećao kvalitet usluga održavanja i smanjio ukupan broj potrebnih radova na održavanju, što bi dovelo do smanjenja ukupno potrebnih resursa za održavanje i povećalo raspoloživost TS. Međutim, i pored svega, radnje završne kontrole morale bi biti poverene, bar u miru, posebnim licima.

Zaključak

Stvaranje sistema kvaliteta, na osnovama zahteva ISO 9000, uključuje potrebu da se za svakog nosioca poslova u organizacionoj strukturi propišu posebne odgovornosti za sprovođenje postupaka kvaliteta i ovlašćenja u skladu sa podelom rada, ali i da se sa njima izvrši odgovarajuća doobuka.

Odustajanje od mogućnosti razmatranja modela obezbeđenja kvaliteta iz standarda ISO 9003 [14], u ovom radu, posledica je njegove relativne deklasiranosti [2] i težnje za sprečavanjem, a ne prostim pronalaženjem nedostataka-grešaka po pitanju kvaliteta.

U konkretnom sistemu postoji detaljno razrađena dokumentacija kojom se utvrđuje način obavljanja poslova održavanja, rukovanje, skladištenje i čuvanje sredstava NVO, vode se poda-

ci o neispravnostima, a postojeća oprema za merenje i ispitivanje se etalonira. Postoji i sistem kontrole kvaliteta kod isporučioaca. Veliki deo onoga što zahteva sistem kvaliteta, prema standardima ISO 9000, dakle, već postoji i funkcioniše, ali i mnogo toga treba uraditi ako se želi unapređenje konkretnog sistema kvaliteta, posebno na koncipiranju, dimenzionisanju, opremanju, dokumentovanju i sprovođenju, kao i na povezivanju sa korisnicima

ma radi obezbeđenja potrebnog nivoa dimenzija kvaliteta usluge održavanja.

Efekat primene sistema kvaliteta, iskorišćenja unutrašnjih rezervi, uvođenja potrebnog informacionog sistema i maksimalno moguće primene principa samokontrole, sigurno bi se ogledao u smanjenju broja potrebnih korektivnih, ali i preventivnih radova održavanja, kao i povećanju vrednosti pokazatelja raspoloživosti i, načelno, smanjenju troškova održavanja.

Literatura:

- [1] Jovanović, D.: Organizacija održavanja mašina, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
- [2] Vujanović, N.: Postavljanje sistema kvaliteta prema zahtevima serije standarda JUS ISO 9000, FIRASO, Beograd, 1994.
- [3] Standard: JUS — Standardi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta (identičan sa ISO 9000: 1987), Službeni list SFRJ br. 36/91.
- [4] Shigeo Shingo: Nova japanska proizvodna filozofija, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, Beograd, 1985.
- [5] Klarin, M., Ivanović, G., Stanojević, P., Raičević, R.: Principi terotehnoških postupaka, Mašinski fakultet, Beograd, 1994.
- [6] Stanojević, P.: Materijal za doktorsku disertaciju, Beograd, 1996.
- [7] MIL-STD-1390A: Level of Repair, Department of Defense USA, 1974.
- [8] Maynard, H. B.: Handbook of Modern Manufacturing Management, New York-Toronto-London, McGraw-Hill, 1979.
- [9] Standard: JUS — Upravljanje kvalitetom i elementi sistema kvaliteta — Uputstva (identičan sa ISO 9004 : 1987), Službeni list SFRJ br. 36/91.
- [10] Standard: JUS — Sistemi kvaliteta — Model obezbeđenja kvaliteta u proizvodnji i ugradnji (identičan sa ISO 9002 : 1987), Službeni list SFRJ br. 36/91.
- [11] Standard: JUS — Sistemi kvaliteta — Model obezbeđenja kvaliteta u projektovanju/razvoju, proizvodnji, ugradnji i servisiranju (identičan sa ISO 9001 : 1987), Službeni list SFRJ br. 36/91.
- [12] Vila, A., Lajher, Z.: Planiranje proizvodnje i kontrola rokova, Informator, Zagreb, 1972.
- [13] Pravilo Tehničke službe, SSNO, 1979.
- [14] Standard: JUS — Sistemi kvaliteta — Model obezbeđenja kvaliteta u završnoj kontroli i ispitivanju (identičan sa ISO 9003 : 1987), Službeni list SFRJ br. 36/91.