Dr Svetozar Jovičić,
dipl inž.

Prof. dr Jovan Todorović,
dipl inž.

UPOTREBNI KVALITET I SIGURNOST FUNKCIONISANJA

NAUČNO-TEHNOLOŠKI PRODORI I POSLEDICE

Sve veća potreba i zahtevi da se ukupna problematika održavanja tehničkih sistema dublje izučava i usavršava objektivno su posledica velikih promena izazvanih brzinom naučno-tehnološkim prodorima koji su se tokom prošlih decenija žestoko sručili na nas, utičući na niz ekonomskih, kulturnih i socijalnih kretanja i menajući ih.

Eksplozija ovih tehnoloških inovacija može se uporediti sa prelaskom čovečanstva, hiljadama godina ranije, sa polja na agrikulturu, ili, znatno kasnije, sa prelaskom agrikulture u industrijsko društvo [1]. Pojava novih tehnologija nikada ranije nije bila uzrok tako brzih i dubokih promena u razvoju društva. To je učinilo ovaj kompleks znakom kvaliteta i osnovnom karakterizacijom društva, to je mera bogatstva i siromaštva i značajan činilac da se društvo menja. Na taj način stanje u ovoj oblasti postalo je barometar načina življenja i mera sposobnosti da sami kreiramo sopstvenu budućnost [2].

Te su promene istovremeno dovele i do nove međunarodne podele rada, a uporedo s tim i do restrukturiranja sistema svetske reprodukcije. Masovna industrijska proizvodnja i masovna potrošnja, sa velikim proizvodnim i potrošačkim konglomeracijama, iscrpljivanjem jeftinih sirovina, nestašicom ener-

gije, hrane, vode, zagađivanjem životne sredine — model je koji je ranije uspešno funkcionisao dok nije iscrpeo svoje mogućnosti. To je dovelo do objektivnih potreba da se menja razvojni, a time i tehnološki koncept daljeg razvoja. Masovna industrijska proizvodnja otvorila je put novom društvu — masovnim korišćenjem nauke, znanja i informacija usmerenih ka dobrobiti kupca, potrošača. Takođe, ovi prodori stvorili su ogromne mogućnosti za njihovu implikaciju u mnoge oblasti tehnike (prenos, procesiranje podataka, obrada podataka; kompjuterizacija projektovanja, razvoja, proizvodnje, upravljanja; automatizacija i robotizacija proizvodnje, fleksibilna proizvodnja; telekomunikaciono-računarski i informacioni sistemi i mreže itd.).

Takvi rezultati umnogome su već uticali na dalji razvoj brojnim domenima materijalne proizvodnje i ekonomije u celini, izazivajući velika restrukturiranja (re-engineering), relokacije, vertikalne integracije ili dezintegracije u mnogim firmama u svetu. Upravo ta masovnost i složenost tehničkih sistema sa kojima se danas suočavamo nametnule su potrebu za novim prilazima u njihovom održavanju — ne samo zbog tehničko-tehnološke problematike održavanja nego i ogromnih ekonomskih posledica koje prouzrokuje njihova neraspoloživost.

Ako se tome doda i prognoza kretanja svetske proizvodnje i trgovine prema kojoj će se krajem ovog veka na međunarodnom tržištu naći proizvodi koji će predstavljati polovinu ukupne svetske proizvodnje, onda možemo očekivati da će konkurencija biti nemilosrdna. Mesto na takvom tržištu moći će da nađu samo oni proizvođači čiji će proizvodi zadovoljiti i kupce i tržište.

U tom smislu, sasvim su realistične reči J. M. Jurana, izgovorene na Konferenciji EOQ, održanoj pod motom »pobeđivanje kvalitetom«:

»... Najznačajniji fenomen našeg vremena je povećanje značaja funkcije kvaliteta. Kvalitet proizvoda se danas prihvata i kao važna odbrambena snaga pred pretnjama tehnološkog društva, pretnjama upravljenim i na čovekovu bezbednost i bezbednost životne sredine...« [3].

Prateći i istražujući nastale promene i težnje daljeg intenzivnog razvoja tehničkih sistema, suočeni smo sa realnošću da se i pred »inženjerstvom održavanja«, kao disciplinom sistemskih nauka, postavljaju novi i značajni zahtevi usko povezani sa naučnim, ali i sa praktičnim problemima održavanja.

Nova karakterizacija svojstva i kvaliteta tehničkih sistema

Pomenuti brzi i kontinualni napredak u mnogim tehničkim oblastima doneo je brojne obejktivne teškoće koje usložavaju projektovanje, razvoj proizvodnju, eksploataciju i održavanje tehničkih sistema.

Proizvodni procesi, kao i sami sistemi, postali su mnogo složeniji po svojoj strukturi, operativnim mogućnostima, tehnologijama gradnje i načinu održavanja. U vreme kada se mašinstvo i elektronika, hardver i softver, računarstvo i telekomunikacije sve više prožimaju, složeni aspekti eksploatacije, održavanja i logističke podrške, posmatrano i kroz ukupne troškove veka sistema, nametnuli su potrebu za ge-

neralnijom karakterizacijom svojstva i kvaliteta tehničkih sistema, gledano prvenstveno sa stanovišta korisnika ali ne zanemarujući ni proizvođača.

Ova potreba bila je istovremeno i nužnost, jer se samo tako mogu premostiti mnogi problemi koji objektivno postoje među raznim disciplinama. Poznata je duboka međusobna zavisnosti raznih performansi, kao i pojedinačni uticaji svake od njih na ukupne troškove veka. Tako je potreba za integralnijom karakterizacijom kvaliteta — koja neće obuhvatiti samo aspekte operativne pogodnosti nego i niz ostalih važnih svojstava, bitnih tokom upotrebnog veka proizvoda, uključujući i bezbednosno-ekološke aspekte upotrebe — postala vrlo aktuelna. Implementacija novih prilaza, proteklih iz vojnih sistema, vazduhoplovstva, saobraćaja itd., počela je da se preliva u skoro sve segmente svetskog reproduktionog sistema. Intenziviranje ovog procesa trebalo bi da bude priputno i kod nas, jer brzina uvođenja novih tehnologija i dalje je velika a ekonomski vek proizvoda sve kraći.

Dugo smo se i sami suočavali sa mnogim problemima iz ove oblasti, ali su tri bila najkarakterističnija [11]:

— performansama pogodnosti održavanja i za nju vezanoj logističkoj podršci dugo nije bio priznat status važnog činioca u fazi projektovanja. Još u fazi projektovanja postojala je neravnoteža između zahteva za poboljšanje operativnih performansi i zahteva za poboljšanje pogodnosti održavanja i logističke podrške;

— kako su tehnički sistemi postajali složeniji, troškovi održavanja postajali su sve dominantniji faktor u ukupnim troškovima veka, tako da je koncept ukupnih troškova veka (LCC) morao da dobije mesto još u fazi projektovanja;

— nije bilo dovoljno jedinstveno definisano šta se sve podrazumeva pod terminom »pogodnost održavanja« i kako se on specificira razumljivim i za ugovore prihvatljivim jezikom.

Iz ovoga se može zaključiti zašto je »inženjerstvo održavanja« moralo, konačno, da dobije svoje pravo mesto i ulogu da bi od neajsnih definicija i prakse došlo do punog statusa nauke, zašto se u realnim uslovima ukupna važnost tehničkih sistema posebno iskazuje u odnosu na »funktionalnu sigurnost« ili »sigurnost funkcionisanja«, koja predstavlja složeno svojstvo neposredno uslovljeno njegovom »pouzdanošću«, »pogodnošću održavanja« i »logističkom podrškom« (slika).

Prema tom standardu ukupna vrednost i uspešnost sistema u odnosu na izvršavanje zadate funkcije cilja meri se i ocenjuje njegovom »upotrebnom vrednošću« ili »upotrebnim kvalitetom«. Upotrebna vrednost sistema veoma je kompleksno svojstvo, načelno stohastičkog karaktera, slično ranije korišćenom pojmu »efektivnosti« (koji više nije mogao na najprikladniji način da izrazi sve karakteristike sistema koje se moraju uzeti u obzir pri ocenjivanju njegovog ukupnog kvaliteta).

Zbog svega ovoga, dalji intenzivan razvoj tehničkih sistema i naučnih disciplina na kojima se ti sistemi zasnivaju, posebno u širokom domenu sistemskih nauka, zahtevao je, pored ostalog i usavršavanje terminoloških i pojmovnih opredeljenja. Uskoro treba da bude usvojen novi jugoslovenski standard, izrađen na bazi međunarodnog IEC IEV 50 (191), koji, pored ostalog, bliže objašnjava pojam »upotrebnoq kvaliteta« i njegovu strukturu.

Sistem može biti funkcionalno pogodan, može biti i pouzdan i imati zadovoljavajuću pogodnost održavanja, ali ne mora da bude i raspoloživ, ukoliko nema odgovarajuću logističku podršku.

U standardu IEC IEV 50 (191, termin »upotrebni kvalitet« predstavlja ukupni efekat niza radnih performansi koje određuju zadovoljenje korisnika. Pri tome, vezujući pojam upotrebne vrednosti pre svega za svojstva »postojanosti« i »dostupnosti« u realnim us-

lovima korišćenja, ukupna valjanost tehničkih sistema iskazuje se i u odnosu na njegovu »funktionalnu sigurnost« ili »sigurnost funkcionisanja«, tj. u odnosu na nejgove ukupne »radne mogućnosti«. Ponovo se ističe da se »sigurnost funkcionisanja« izražava kao složeno svojstvo neposredno uslovljeno svojstvima »pouzdanosti«, »pogodnosti održavanja« i »logističke podrške održavanju«.

Od nivoa ovih performansi umnogome zavisi »upotrebnii kvalitet«, ali i ukupni troškovi veka proizvoda. Zbog toga u narednom periodu ove postavke ne mogu ostati anonimne u fazama definisanja zahteva, projektovanja i razvoja.

Kada je reč o definicijama termina »upotrebnii kvalitet« i »sigurnost funkcionisanja« moramo istaći da ovaj drugi nije podvrsta kvaliteta, niti obrnuto. Iako se neki činiooci sigurnosti funkcionisanja koriste i za definisanje i kvantifikovanje određenih potreba proizvoda, termin upotrebnii kvalitet izražava sposobnost da se zadovolje te potrebe, a ne i karakteristike same po sebi. Na taj način upotrebnii kvalitet i sigurnost funkcionisanja, kao njegov deo, čine komplementarne koncepte, pa se o njima mora govoriti zajedno. Tako i standardi ISO 9000 i IEC 300 treba smatrati komplementarnim, budući da jedan dopunjuje drugi [4]. Ova terminološka opredeljenja ukazuju na to da je upotrebna vrednost svakog tehničkog sistema eksplicitno zavisna od njegovih ukupnih svojstava u pogledu održavanja, kao i od valjanosti i kvaliteta samog procesa održavanja, odnosno sistema održavanja. Otuda su razumljivi i sve veći zahtevi i naponi da se ukupna problematika odražavanja dublje izučava i usavršava. Metode i tehnologije koje se za to koriste predstavljaju predmet i sadržaj »inženjerstva održavanja«, discipline sistemskih nauka pred kojima su neposredni zadaci implementacije naučnih dostignuća u praksu rešavanja tekućih zadataka [5, 6].

Izbor osnovne metodologije kao i opredeljenja na kojima treba da se za-

sniva proces održavanja jedno je od osnovnih polazišta »inženjerstva održavanja«. U tom okviru danas su posebno aktuelne dve osnovne metodologije:

— održavanje prema pouzdanosti (Reliability Centered Maintenance),

— totalno produktivno održavanje (Total Productive Maintenance).

I jedna i druga metodologija imaju određene prednosti, ali i komparativne nedostatke, zavisno od vrste i karakteristika tehničkih sistema čije se održavanje posmatra. I ako se obično objašnjava da je metod »Totalnog produktivnog održavanja« prikladniji za automobilsku industriju i industriju sličnih proizvoda, a metod »Održavanje prema pouzdanosti« bolji za održavanje u vazduhoplovstvu, energetske i sličnim složenim sistemima, ipak postoje mnogi razlozi da se oba metoda detaljnije izučavaju i optimiziraju.

Implementacija novih prilaza

Radi izlaženja u susret novim potrebama izrađen je značajan broj međunarodnih standarda koji se posebno bave problemima upravljanja i obezbeđenja kvaliteta i usluga, što objektivno čini most između nauke i materijalne proizvodnje. U standardima IEC 50 (191) Glava 191 »Sigurnost funkcionisanja upotrebnii kvalitet«, zatim IEC 300 »Upravljanje sigurnosti funkcionisanja«, ISO 9000 »Upravljanje i obezbeđenje kvaliteta«, IEC 605 »Ispitivanje pouzdanosti uređaja« i IEC 706 »Smernice za pogodnost održavanja« nalazi se solidna osnova za primenu novih prilaza u rešavanju i obezbeđenju kvaliteta proizvoda i usluga [9,10]. Da bi se olakšao prelazak teorije u sferu materijalne proizvodnje, pomenuti standardi prezentiraju harmonizovani prelazak implementaciji koncepta »upotrebnoq kvaliteta«, odnosno »funktionalne sigurnosti« u procesu rešavanja konkretnih zadataka, i to počev od načina definisanja zahteva, projektovanja, razvoja, proizvodnje, do eksploa-

tacije i održavanja, sagledavajući pri tome sve ekonomske posledice prihvaćenih rešenja koje se mogu odraziti tokom ukupnog veka proizvoda [7].

Pomenute publikacije razmatraju, definišu i standardizuju brojne činioce i aktivnosti, koji u ranijem periodu nisu bili prisutni u tako sistematizovanom obliku. Pomenućemo neke od njih:

- uloga, mesto, organizovanost i odgovornost upravno-rukovodnih struktura svih subjekata koji učestvuju u procesu stvaranja proizvoda.

- prilaz koji omogućava zajedničko razmatranje parametara pouzdanosti, pogodnosti održavanja i logističke podrške i njihove međuzavisnosti na nivou sistema,

- izrada u ranim fazama projekta svih potrebnih studija i analiza vezanih za pojedine performanse,

- obezbeđenje implikacije koncepta »ukupnih troškova veka« s ciljem identifikacije generatora troškova radi izbora kompromisnih rešenja,

- sprovođenje i praćenje realizacije predloženih mera kao i »zvaničnih revizija projekta«, koje omogućavaju zajedničku verifikaciju ostvarenih rezultata,

- alociranje svih aktivnosti koje propisuju ovi standardi kroz svih pet faza veka proizvoda.

Sama činjenica da su rukovodne strukture svih učesnika u ovom procesu uključene u sasvim definisane aktivnosti kojima su precizirane i njihove obaveze i odgovornosti pokazuju kakav se značaj daje njihovoj ulozi, što nije proizašlo samo iz složenosti i multidisciplinarnosti ovih problema nego i zbog posledica koje bi neminovno nastale ako se te aktivnosti zanemare.

Naše stručne, komercijalne, marketiške, upravne i državne strukture moraju se suočiti sa činjenicom i stvarnošću — bez prihvatanja i implementacije principa koji proizlaze iz navedenih standarda ne samo da neće doći do međusobne razmene nego o njoj neće moći ni da razgovaraju. U vezi sa sta-

njem u ovoj oblasti kod nas, V. Tanasković direktor Saveznog zavoda za standardizaciju, kaže: »...činjenica je da je mali broj preduzeća započeo (a još manji završio) aktivnosti uvođenja i primene ovih standarda. Osnovni razlozi što se u tome kasni su: neponzavanje problema i neshvatanje potrebe uvođenja, nedostatak znanja, otpor promena kod rukovodstava na svim nivoima nedostatak materijalnih sredstava...[8].

Stoga moramo ponoviti da je ovo u vreme sve većeg prožimanja mašinstva i elektronike, računarstva i telekomunikacija, hardvera i softvera, što nameće potrebu zajedničkog rešavanja mnogih interdisciplinarnih problema. Zbog ovih potreba ustanovljena je 1989. godine zajednička stalna Koordinaciona grupa (Joint Coordination Group Quality — Dependability — Statistics), sastavljena od predstavnika ISO 176 (Kvalitet), ISO TC 69 (Statistika) i IEC TC 56 (Sigurnost funkcionisanja), sa ciljem identifikovanja zajedničkih tema u izradi harmonizovanih standarda, kao i revizije programa i definisanja predloga za modifikacije dosadašnjih programa sva tri komiteta.

Ne umanjujući alarmantnost koja proizlazi iz navedene realnosti, moramo istaći da se i u mnogo razvijenijem svetu čine veliki napor u rešavanju ovih pitanja, i to u pravcu da mnogi stručnjaci van elektrotehničkog segmenta uđu u suštinu značenja pojma »sigurnosti funkcionisanja« koji objedinjuje problematiku pouzdanosti, pogodnosti održavanja i logističke podrške, a u komercijalnim krugovima da se on prihvati kao termin sa novim sadržajima, koji ne nose samo tehničko-tehnološke aspekte nego i aspekte ekonomskih i zakonskih implikacija koje sadrže novi prilazi.

U narednom periodu sama situacija zahtevaće sprovođenje brojnih određenih mera u pravcu obezbeđenja multidisciplinarnog sistema edukativnih aktivnosti, ne samo u inženjerskim strukturama koje učestvuju u procesu pro-

jektovanja, razvoja, proizvodnje, eksploatacije i održavanja tehničkih sistema nego i u upravnim strukturama kupca, proizvođača, razvojno-naučnih i drugih institucija od kojih zavisi uspeh uvođenja novih ideja i koncepata nove karakterizacije kvaliteta tehničkih sistema.

Dalja kretanja

Potrebe svetskog reprodukcionog sistema i tržišta se, bez dvoumljenja, kreću u pravcu **implementacije koncepta, integralnog** »upotrebnog kvaliteta« i »sigurnosti funkcionisanja«, uz sve prisutnije kriterijume koncepta »ukupnih troškova veka« proizvoda, kao osnovnih činilaca opstanka na tržištu i obezbeđenja profita.

Dosadašnje iskustvo je pokazalo da se kvalitet ne dobija ispitivanjem. Ispitivanjem se dobija samo ocena o stepenu ispunjenja zahteva korisnika. Sâm upotrební kvalitet se takođe ne može dodati naknadno, jer se on stvara i ugrađuje tokom projektovanja i razvoja, obezbeđuje u proizvodnji a održava tokom eksploatacije i održavanja. To je i bio jedan od razloga što se danas teži prelasku sa kontrole proizvoda na kontrolu proizvodnog procesa. I naša iskustva pokazuju da osvajanje proizvodnje može da traje duže od samog projektovanaj i razvoja. To i objašnjava pojavu da se danas usko povezuju, od samih početaka, timovi koji rade na razvoju sa timovima koji osvajaju tehnologiju proizvodnje.

U ovako velikom sklopu raznih problema iz mnogih disciplina bilo je potrebno organizovati sve veće multidisciplinirano angažovanje iskusnih inženjera specijalista, da bi njihovo iskustvo bilo na sistematizovan način blagovremeno korišćeno u procesu rešavanja ovih problema. Iskustva drugih pokazuju da se to može rešavati smišljenim i dobro organizovanim i vođenim »Zvaničnim revizijama projekata«, što čini metod za razmatranje svih zajed-

ničkih i dodirnih problema koji koriste autoritativni tim stručnjaka raznih specijalnosti. O tome govori i zapažen međunarodni standard IEC 1160. Praksa je pokazala da je doprinos pojedinaca zajedničkoj reviziji znatno veći od sume doprinosa kada svaki pojedinac sam razmatra projekat. Zato mnogi nacionalni komiteti zahtevaju da se Koordinacionalna grupa JCG QDS, o kojoj je već bilo reči, što hitnije pojača, sa još većim brojem specijalista, kako bi se u periodu 1992—1999. godine završio i harmonizovao što veći broj dokumenata i standarda prioriternog karaktera. Navlašćemo neke hitne zadatke:

- proširenje delatnosti na oblasti van elektrotehničkog segmenta,

- urgentno nastavljanje aktivnosti na harmonizaciji dokumenata ISO — IEC,

- ubrzo izdavanje preostalih poglavlja IEC 706 »Smernica za obezbeđenje pogodnosti održavanja«,

- pouzdanost i pogodnost održavanja softera i pouzdanost ljudskog faktora,

- procenjivanje tehnološkog rizika,

- uvođenje bezbednosno-ekoloških aspekata i njihove zakonske implikacije.

Pored pomenutih publikacija predviđa se izrada uputstava (»Application Guide«) i drugih pomoćnih dokumenata (»Tools«) koji treba da pomognu obezbeđenju aktivnosti vezanih za programe, planove i samu realizaciju zahteva za pojedine performanse, a u skladu sa opštim konceptom »upotrebnog kvaliteta«.

I ove tendencije upućuju nas na zaključak da je današnje vreme zaista vreme dominacije upotrebnog kvaliteta, i to u svim sferama svetskih reprodukcionihi potencijala u kojima se sve više prepliću mnoge naučne, tehničke i tehnološke oblasti. Ove činjenice predstavljaju izuzetno važan elemenat daljih zaokruženja i razvoja »inžinjerstva

održavanja« u domenu sistemskih nauka.

Suština nastalih potreba je u spremnosti i sposobnosti da sopstvenim zalaganjem pomognemo da ovi novi prilazi nađu mesto u sferi materijalne proizvodnje, ne zaboravljajući pri tome da ih treba ugrađivati još pri definisanju zahteva, u idenjim rešenjima, konačnom projektu i razvoju. Pojam kvalitet u novom smislu nije više samo tehničko-tehnološka već u punoj meri upravna i ekonomska kategorija, jer njegovo obezbeđenje u duhu međunarodnih standarda nije samo problem tehničkih struktura nego istovremeno i menadžmenta i države.

Kod nas postoje stručnjaci koji su u ovoj oblasti postigli zapažene rezultate i dali svoj naučni doprinos u širem smislu. Ali, na žalost efekti toga znanja ostali su uglavnom među nama, a nedovoljno su tamo gde se stvara i obezbeđuje kvalitet (projektovanja, razvoj, proizvodnja)

Upravo zbog toga, pri pravljenju razlikih programa rada fakulteta, instituta, centara itd., ne smemo zaboraviti da se ne možemo zaustaviti samo na edukacijskim aktivnostima za menadžment, komercijalne strukture i samo tehničke strukture.

Ne sumnjamo da most između nauke, teorije i materijalne proizvodnje možemo da izgradimo. Pri tome naše naučne institucije moraju odigrati i kohezionu ulogu između asocijacija proizvođača, privrednih komora, Saveznog zavoda za standardizaciju i njegovnih ispitnih laboratorija, kako se standardima ne bi bavili ljudi samo iz hobija, nego zbog realne potrebe da se koriste mnoga znanja koja pružaju međunarodni standardi preko kojih ćemo ostvariti povezivanje sa svetom. Samo zajedničkim naporima naše nauke, industrije i države možemo uspešno rešiti sve zadatke koji su pred nama na ovom civilizacijskom raskršću, na pragu nove epohe razvoja čovečanstva.

Literatura:

- [1] J. Howkins: World Administrative Radio Conference, Geneve, 1979.
- [2] H. Liebovitz: Emerging technologies and new institutional arrangements, The George Washington University, Washington, 1989.
- [3] J. Juran: 34 EOQ Conference, Dublin, 1990.
- [4] K. Strajberg: IEC 300 — Dependability complement to ISO 9000, 1992.
- [5] J. Todorović: Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema, JUMV, Beograd, 1993.
- [6] J. Todorović: Inženjerstvo održavanja — važna tehnologija za dostizanje visoke funkcionalne sigurnosti motornih vozila, JUMV — SP — 9301, Beograd, 1993.

- [7] D. Brkić, M. Kovač, Đ. Andrin: Priručnik za primenu standarda JUS ISO 9000, Beograd, 1992.
- [8] V. Tanasković: Kvalitet i standardizacija, br. 4, 1992.
- [9] S. Jovičić: Obezbeđenje pogodnosti održavanja. Uputstva prema IEC 706, VTI NTI br. 1, 1992.
- [11] S. Jovičić: Efektivnost i logistika danas CESIL, Beograd, 1993.
- [12] IEC 300, ISO 9000, IEC 50 (191), SZS.