

Dr Živko Stjelja,
dipl. inž.
Zoran Jelenković,
dipl. inž.
Slobodan Dželetović,
dipl. inž.
Tehnički opitni centar KoV,
Beograd

OCENSKA ISPITIVANJA SLOŽENIH TEHNIČKIH SISTEMA*

UDC: 62.004.15

Rezime:

U radu se prikazuju globalni problemi ispitivanja složenih tehničkih sistema, od izrade programa ispitivanja, plana ispitivanja, sprovođenja ispitivanja pojedinih performansi, i/ili podsistema, do ocene sredstva na osnovu rezultata ispitivanja i zahteva korisnika. Ukazuje se na novi pristup pojmu kvaliteta sredstava, na nedostatak metoda ispitivanja i kriterijuma za ocenu, a posebno se naglašava problem ocenjivanja složenih tehničkih sistema na bazi rezultata ispitivanja specijalističkih laboratorija. Na osnovu izloženih analiza daju se smernice za razvoj metoda za ispitivanje i razvoj metoda za ocenu složenih tehničkih sistema.

Ključne reči: ispitivanje, ocenjivanje, tehnički sistemi, upotrebnost kvaliteta.

QUALIFICATION TESTING OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Summary:

The paper presents a global approach to problems of qualification testing of complex technical systems, from programming and planning, through test performing of various performances and/or equipment, to the evaluation on the basis of test data and requirements specified by the customer. The new approach to the device quality concept is characterized by deficiency of test methods and proper evaluation criteria. The problem of proper evaluation for CTS based on test results from specialized laboratories is emphasized in particular. The paper has identified main tasks for further research and development of testing methods and evaluation of CTS based on shown analyses.

Key words: qualification test, evaluation, technical systems, quality of service.

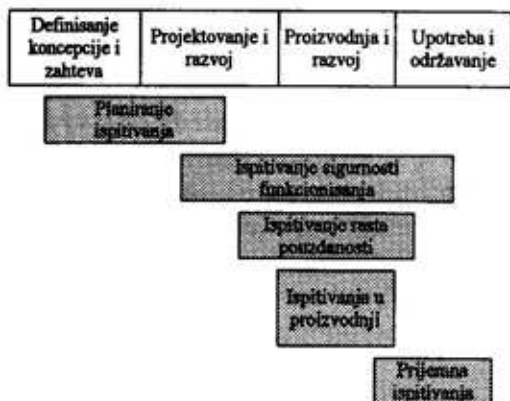
Uvod

Kvalitet proizvoda danas se sve manje posmatra sa stanovišta tehničko-tehnoloških performansi, a sve više sa stanovišta sposobnosti proizvoda da zadovolji potrebe korisnika. Današnje poimanje kvaliteta nameće i novi pristup ispitivanju proizvoda, posebno složenih tehničkih sistema.

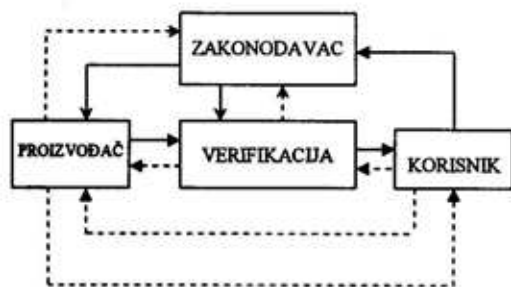
Standard ISO 9000 definiše kvalitet kao nivo do kojeg skup karakteristika proizvoda ili usluge ispunjava zahteve korisnika. Iz ovakvog pristupa kvalitetu proistekla je potreba ispitivanja u svim fazama životnog ciklusa proizvoda, kao što je prikazano na slici 1.

Zakonodavac se, u principu, bavi samo delom prijemnim ispitivanjima proizvoda, gde reguliše međusobne odnose proizvođača, korisnika i države, slika 2.

* Rad je saopšten na stručnom skupu TOC KoV „Ispitivanje kvaliteta sredstava NVO“, 18. novembra 2003. u Beogradu.



Sl. 1 – Faze ispitivanja u životnom ciklusu proizvoda



Sl. 2 – Blok šema verifikacije proizvoda

Osnovni zadatak zakonodavca je da kroz sistem verifikacije i sertifikacije proizvoda, štiti opšti društveni interes (ekologija, bezbednost, kompatibilnost sa okruženjem, terminologija, ergonomija i slično), a ne da proizvodu obezbedi kvalitet u toku njegove upotrebe.

U slučajevima kada zakonodavac propisuje ispitivanje performansi radnih mogućnosti proizvoda (na primer kod vozila – brzina kretanja, potrošnja goriva, vučna sila i slično), jednoznačno se propisuju svi uslovi ispitivanja, koji se po mnogo čemu razlikuju od stvarnih uslova upotrebe proizvoda i služe isključivo za uporednu ocenu proizvoda.

Za saznanja o kvalitetu proizvoda, radi donošenja odluke o nabavci, potreb-

no je izvršiti odgovarajuća ispitivanja prema propisanim metodama, odnosno sprovesti prijemna ispitivanja.

Za jednostavnije tehničke proizvode i proizvode široke potrošnje, prijemna ispitivanja realizuju se sistemom ispitivanja gde ovlašćene institucije, zastupajući interes korisnika i zakonodavca, vrše verifikaciju proizvoda ispitivanjem.

Veći poslovni sistemi poseduju ili koriste specijalizovane institucije koje za njihove potrebe sprovode ispitivanja pre donošenja odluke o nabavci. Tokom ispitivanja složenih tehničkih sistema sprovodi se veliki broj utvrđivanja performansi sistema i podsistema proizvoda.

Analizom rezultata ispitivanja ukazuje se na kvalitet proizvoda u upotrebi. Propisani sistem sertifikacije za ovakve proizvode nije pogodan, već se umesto sertifikata daje sveobuhvatna ocena proizvoda. Ovakva ispitivanja predstavljaju ocenska ispitivanja, a u Vojski SCG to su završna i verifikaciona ispitivanja koja sprovodi Tehnički opitni centar.

Zahtevi kvaliteta

Pod pojmom kvaliteta danas se podrazumeva sposobnost proizvoda da zadovolji potrebe korisnika. Da bi se dala ocena kvaliteta potrebno je da se, pored ispitivanja radnih performansi, obuhvate i ispitivanja ostalih performansi kvaliteta u toku upotrebe. Iz tih razloga danas se sve više posvećuje pažnja upotrebnom kvalitetu, koji je definisan standardom IEC 60300 kao: „ukupni efekat radnih performansi koji obezbeđuje stepen zadovoljenja korisnika“.

Performanse upotrebnog kvaliteta prikazane su na slici 3.

Performanse logističke podrške radu sistema je sposobnost organizacije da obezbedi rad tehničkog sistema i pomogne izvršavanju njegovog zadatka.

Performanse operativnosti u upotrebi je sposobnost tehničkog sistema da bude uspešno i lako korišćen.

Celovitost upotrebe je sposobnost sistema da po stupanju u rad funkcioniše bez značajnih pogoršanja.

Performanse upotrebljivosti predstavljaju sposobnost sistema da funkcioniše u granicama dozvoljenih odstupanja i pod drugim uslovima koje zahteva korisnik, u toku propisanog (zahtevanog) vremena. Performanse upotrebljivosti se dele na performanse dostupnosti i na per-

formanse postojanosti, koje se definišu na sledeći način:

– performanse dostupnosti: „sposobnost tehničkog sistema da po stupanju u rad propisno funkcioniše, u granicama dozvoljenih odstupanja, i pod drugim uslovima koje zahteva korisnik“;

– performanse postojanosti: „sposobnost tehničkog sistema da po stupanju u rad propisno funkcioniše, pod datim uslovima i u toku propisanog (zahtevanog) vremena“.

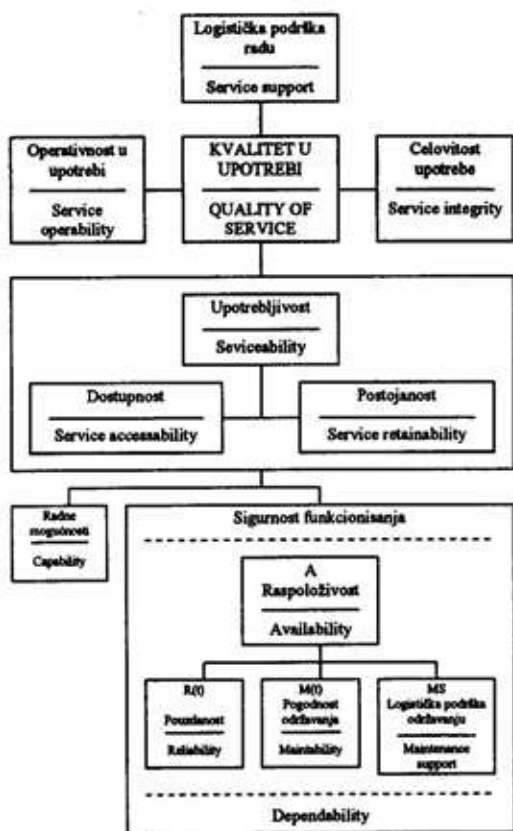
Radne mogućnosti (potencijal) su sposobnost tehničkog sistema da zadovolji zahteve korisnika izražene u vidu kvantitativnih karakteristika, pod datim uslovima.

Performanse sigurnosti funkcionisanja su zbirni pojam koji se koristi za opisanje performansi raspoloživosti i činilaca koji određuju performanse pouzdanosti, pogodnosti održavanja i logističke podrške održavanju.

– performanse raspoloživosti: „sposobnost tehničkog sistema da bude u stanju u kome može da izvršava zahtevanu funkciju, pod datim uslovima i u datom trenutku vremena, odnosno u toku datog intervala vremena, a pod pretpostavkom da je obezbeđeno potrebno snabdevanje (spoljni resursi)“;

– performanse pouzdanosti: „sposobnost tehničkog sistema da izvršava zahtevanu funkciju, pod datim uslovima i u datom intervalu vremena“;

– performanse pogodnosti održavanja: „sposobnost tehničkog sistema da u datim uslovima korišćenja bude u stanju u kome može da izvršava zahtevanu funkciju, ili da se može ponovo dovesti u takvo stanje, a u slučaju da se održavanje sprovodi pod datim uslovima, po utvrđenim postupcima i sa datim resursima“;



Sl. 3 – Performanse upotrebne kvaliteta

– performanse logističke podrške održavanju: „sposobnost sistema održavanja, odnosno organizacije koja vrši održavanje, da pod datim uslovima obezbedi zahtevano održavanje tehničkih sistema, u skladu sa strategijom (političkom) održavanja“.

Korisnik unapred definiše ispitnoj organizaciji zahteve koje očekuje od proizvoda. Dosadašnja iskustva pokazuju da su iskazani zahtevi naručioca ispitivanja nedovoljni za ocenu performansi upotrebnog kvaliteta. Zadatak ispitne organizacije nije samo da izvrši ispitivanje iskazanih zahteva (TTZ, PKP, deklarisanе karakteristike i slično), već da izvrši i ispitivanje neiskazanih zahteva. U neiskazanim zahtevima, svakako, ima elemenata koji se odnose na performanse upotrebnog kvaliteta proizvoda.

Metode ispitivanja

Za ispitivanja se koriste standardizovane metode definisane ISO, JUS, MIL, DIN, GOST, SNO i drugim standardima, propisima i pravilnicima. Bez obzira na veliki broj standarda – propisa, oni u principu ne obuhvataju kompletne zahteve upotrebnog kvaliteta, odnosno iskazane i neiskazane zahteve korisnika.

S obzirom na opredeljenje zakonodavca da standardima štiti opšti društveni interes, kao i na složenost tehničkih sistema, broj standarda kojima se propisuju metode ispitivanja nikada ne može da zadovolji potrebe ispitivača. Ispitna ustanova često ima potrebu da sama sačini metodu ispitivanja za pojedine performanse sistema ili podsistema proizvoda. Metoda ispitivanja mora biti usaglašena sa naručiocem ispitivanja ili korisnikom sredstva.

Za proveru većine performansi upotrebnog kvaliteta, kod nas i u svetu, ne postoje standardizovane metode ispitivanja, niti postoje kriterijumi za ocenu ovih parametara. Znači, zadatak ustanove koja vrši ispitivanja je da razvija ove metode ispitivanja prateći tehnološki razvoj, zahteve korisnika, interese društva, mogućnosti proizvođača, itd.

Program i plan ispitivanja

Za ispitivanja složenih tehničkih sistema izrađuju se programi ispitivanja, kao jedan vid istraživačkog rada. Program ispitivanja poziva se na postojeće standardne metode, a ako nema standardnih metoda programom se propisuju metode za ispitivanje pojedinih karakteristika (performansi) proizvoda ili njegovog podsistema. Program treba da obuhvati sva potrebna ispitivanja za ocenu ispunjenja iskazanih i sagledanih neiskazanih zahteva naručioca.

Ako se vrši ispitivanje složenih sistema, posebno ako se ispituje više ispitivanih komada, neophodno je da se za uspešnu realizaciju plana izradi mrežni plan aktivnosti.

Da bi se sagledala ozbiljnost izrade i realizacije programa i plana ispitivanja, ovde se daje analiza programa i plana ispitivanja jednog složenog sredstva koje je ispitivao Tehnički opitni centar:

- broj ispitivanih komada – 4 (tri iz sopstvenog razvoja, jedan iz uvoza);
- broj lokacija na kojima su vršena ispitivanja – 5 (ne računajući poligonske i laboratorijske kapacitete TOC-a);
- planirano vreme trajanja ispitivanja – 7 meseci;

– realizovano vreme trajanja ispitivanja – 16 meseci, posle čega je usledio prekid ispitivanja;

– broj stručnih ekipa za ispitivanje – 19 (17 iz TOC-a, 1 ekipa proizvođača i 1 ekipa taktičkog nosioca);

– broj stručnih lica – neposrednih ispitivača:

– inženjera 33,

– tehničara 22,

– mehaničara i vozača 6;

– broj planiranih aktivnosti ispitivanja po jednom ispitnom komadu – 199;

– broj laboratorijskih izveštaja – 22;

– broj saradničkih laboratorija van TOC-a – 2;

– logističku podršku ispitivanju su pružali TOC, proizvođač, nosilac razvoja i korisnici.

Ispitivanje

Pojam ispitivanja ISO 9000 definiše kao: „utvrđivanje jedne ili više karakteristika po proceduri“. Pojam verifikacije definiše se kao: „potvrđivanje pružanjem objektivnog dokaza da su ispunjeni specifikirani zahtevi“.

Pored datih definicija, Zakon o standardizaciji ispitivanje proizvoda definiše kao izvođenje jedne ili više operacija kojima se, po određenom postupku, utvrđuje jedna ili više karakteristika određenog proizvoda. Sertifikacija je definisana kao postupak u kome se potvrđuje da su određeni proces, proizvod ili usluga usaglašeni sa tehničkim ili drugim propisima ili tehničkom specifikacijom.

Na osnovu prikazanih definicija, vidljivo je da ispitivanje i verifikacija, odnosno sertifikacija proizvoda, nisu do-

voljni da bi se dala ocena upotrebog kvaliteta, kao i da bi se dao predlog naručiocu ispitivanja za dalje aktivnosti. Za ovo je potrebno obaviti kompleksnija ocenska ispitivanja.

Ispitivanje složenih tehničkih sistema sprovode specijalizovane ustanove sa velikim ljudskim, laboratorijskim i poligonskim resursima.

Za realizaciju ispitivanja formira se radni tim na čelu sa rukovodiocem radnog tima, koji je odgovoran za sprovođenje programa i plana ispitivanja.

O izvršenim ispitivanjima stručne ekipe (laboratorije) izrađuju izveštaje o ispitivanju sa svim potrebnim elementima (uslovi ispitivanja, metode, rezultati, nalazi, analize, ocene, itd.). Nakon preispitivanja i verifikacije ovih izveštaja na nivou organizacionih celina, izveštaji se dostavljaju rukovodiocu radnog tima.

U verifikaciji laboratorijskog izveštaja učestvuju i stručna lica koja nisu direktno učestvovala u realizaciji ispitivanja, čime se znatno povećava broj učesnika u ocenjivanju proizvoda.

Za složene tehničke sisteme uzorak ispitivanja je najčešće vrlo mali, što otežava statističku obradu rezultata ispitivanja.

Ocene rezultata ispitivanja

Rezultati ocenskih ispitivanja služe naručiocu ispitivanja da donese odluku o nabavci, odnosno o daljim aktivnostima sa proizvodom. Korisnik proizvoda sa svojim raspoloživim saznanjima, kadrom i iskustvom, najčešće nije u stanju da već u fazi ispitivanja sagleda sve aspekte upotrebe proizvoda.

Kako je krajnji korisnik vrhovni arbitar kvaliteta proizvoda, potrebno je da

taj isti korisnik ima što više saznanja o proizvodu pre nabavke. U toku upotrebe proizvoda kvalitet treba samo da se potvrđuje na osnovu ranije definisanih očekivanja.

Zadatak ispitivača je da izvrši analizu rezultata ispitivanja. Analiza se radi prvo za podsisteme proizvoda, a potom za proizvod kao celinu. Za ocenu podsistema proizvoda koriste se nalazi dobijeni ispitivanjem većeg broja performansi. Na primer, kod borbenih i neborbenih vozila za ocenu transmisije koriste se izveštaji o ispitivanju:

- brzine kretanja,
- ubrzanja vozila,
- pouzdanosti,
- potrošnje goriva,
- prohodnosti,
- sposobnosti rada u ekstremnim uslovima,
- pogodnosti rukovanja,
- pogodnosti održavanja,
- dokumentacije za rukovanje i održavanje, itd.

Ocene podsistema na osnovu laboratorijskih izveštaja daju ispitne laboratorije.

Da bi se mogla dati ocena o upotrebnom kvalitetu proizvoda, potrebno je pored performansi (radnih mogućnosti) sagledati i druge aspekte upotrebe.

Na osnovu ocena podsistema i performansi sistema u celini, izrađuje se ukupna ocena upotrebnog kvaliteta složenog tehničkog sistema.

Zbog velikog broja rezultata ispitivanja potrebno je posebnu pažnju posvetiti načinu donošenja ukupne ocene. Ocena ne može biti prosti zbir loših i dobrih rezultata ispitivanja, pa se njeno donošenje ne može prepustiti samo ispitivačima uskih specijalnosti i rukovodiocu radnog tima.

Bez obzira na stručnost i objektivnost ispitivača, za donošenje merodavne ocene potrebno je da grupa najstručnijih, multidisciplinarno obrazovanih lica, sagleda i druge performanse koje nisu u njihovoj uskoj stručnoj nadležnosti, i da na osnovu naučnih metoda donesu objektivnu ocenu rezultata ispitivanja proizvoda. Učesnici ocenjivanja moraju biti svesni da je ukupna ocena kompromis zahteva i ostvarenih performansi upotrebnog kvaliteta.

Zaključak

Na osnovu izloženih razmatranja ispitivanja složenih tehničkih sistema zaključuje se sledeće:

- u ispitivanju složenih tehničkih sistema ustanova koja se bavi ocenskim ispitivanjima ne sme da se ograniči samo na ispitivanje iskazanih zahteva naručio- ca, već mora da izvrši i ispitivanje niza neiskazanih zahteva;
- za ocenu ispitivanja složenih tehničkih sistema potrebno je raditi na izradi metodologije ocene rezultata ispitivanja;
- ustanova sa velikim ispitivačkim potencijalima i sa velikim iskustvom u ispitivanju proizvoda treba da radi na razvoju metoda za ispitivanja performansi upotrebnog kvaliteta.

Literatura:

- [1] Jovičić, S.; Todorović, J.: Sigurnost funkcionisanja – Standardi IEC TC 56, Klub NT, Beograd, 1996.
- [2] JUS ISO 9000:2001: Sistem menadžmenta kvalitetom – Osnove i rečnik.
- [3] Interna dokumentacija TOC.
- [4] Stjelja, Ž.: Upotrebnost kvaliteta traktora guseničara sa stanovišta poboljšanja vučnih karakteristika, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad 2002.
- [5] Zakon o standardizaciji, Sl. list SRJ broj 30/96.