

Plan uvođenja elemenata integralnog tehničkog obezbeđenja u projektovanju savremenih telekomunikacionih uređaja

Mr Milivoje Đokić, dipl.inž.¹⁾

Potpuno i efikasno obezbeđenje kvaliteta telekomunikacionih uređaja sastoji se u primeni savremenog standardizovanog prilaza izgradnji i implementaciji elemenata integralnog tehničkog obezbeđenja. U preliminarnoj istraživačkoj fazi sačinjen je plan uvođenja bitnih elemenata integralnog tehničkog obezbeđenja – pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i raspoloživosti u digitalni integrisani sistem komunikacija. Date su opšte smernice plana za definisanje, sprovođenje, ocenu i proveru zahteva za ove karakteristike i pokazane na primeru digitalnog telefona.

Ključne reči: Tehničko obezbeđenje, telekomunikacioni uređaji, pouzdanost, održavanje, projektovanje, digitalni telefon.

Uvod

KARAKTERISTIKE razvoja telekomunikacionog sistema proizlaze, s jedne strane, iz kompletnosti njegovih zadataka, a s druge strane, iz trenda savremenog tehničko-tehnološkog stanja u oblasti telekomunikacija. Poslednjih decenija dominiraju digitalne telekomunikacije sa uvođenjem novih tehničkih karakteristika na osnovu baznih tehnologija (mikroelektronika, optičko vlakno, softver) kao i sistemskih pristupa (digitalni prenos integrisanih komunikacija, programsko upravljanje, signalizacija po zajedničkom kanalu, obrada podataka, zaštita informacija).

Digitalni integrisani sistem komunikacija (DISK) objedinjuje prenos informacija više službi, pa su u njegovom projektu obavezno prisutni i zadaci uvođenja logističke podrške, a pre svega, obezbeđenje pouzdanosti i raspoloživosti.

Nalaženje kompromisa između troškova razvoja, održavanja i eksploatacije sistema i sredstava veze kroz ceo njihov životni ciklus [1], kao i primarna potreba održavanja visokog nivoa pouzdanosti i raspoloživosti veza u složenim uslovima rada, predstavlja zadatak logističke podrške, tj. integralnog tehničkog obezbeđenja (ITOb-a) digitalnog integrisanog sistema komunikacija.

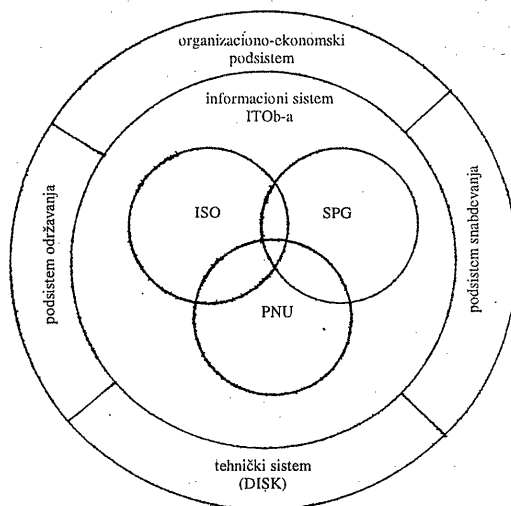
Uloga i mesto ITOb-a u projektu DISK-a

Sistem je postavljen na digitalnoj osnovi, sa strogo modularnim hardverom i softverom, kako bi se uvodile potrebne tehničko-tehnološke inovacije ili izmene u toku razvoja sistema i njegovih elemenata. U funkcionalnom pogledu DISK je podeljen na sledeće osnovne podsisteme: za komutaciju kanala, za negovorne informacije, za nadzor i upravljanje, za prenos i radio-telefonski podsistem koji su, zajedno sa svojim terminalnim uređajima, uvezani u jedinstvenu radio-relejnju mrežu. Uz primenu adaptivnog usmeravanja saobraćaja postiže se bitna prednost rešetkaste konfiguracije nad drugim konfiguracijama komunikacione mreže, a to je veća povezanost i žilavost, sa inherentno brojnijim alternativnim putevima između učesnika. To rezultuje u većoj raspoloživosti sistema.

Okruženje DISK-a podrazumeva sledeće zadatke:

- upravljanje sistema i njegovih elemenata u eksploataciji,
- održavanje sklopova, uređaja, podsistema i sistema,
- snabdevanje rezervnim delovima i potrošnim materijalom i
- saradnje sa drugim sistemima komunikacija.

Očigledno je, da zahtevi koje postavlja okruženje i sistem u celini odražavaju vezu sa elementima integralnog tehničkog obezbeđenja definisanim u [2,3]. U njima se reflektuju osnovni organizaciono-tehnički zahtevi u pogledu elemenata ITOb-a koji se impliciraju i na njegova eksploataciona svojstva. Ulogu i mesto ITOb-a u projektu DISK-a, uključujući postojeće potencijale održavanja, snabdevanja i eksploatacije, pregledno prikazuje struktura sistema tehničkog opsluživanja DISK-a, na sl. 1.



Slika 1. Struktura sistema tehničkog opsluživanja DISK-a: ISO- informativni sistem održavanja, PNU- podsistem nadzora i upravljanja, SPG- simulator pouzdanosti i gotovosti (uslovno: raspoloživosti, sa srednjim vremenom popravke prilikom korektivnog održavanja)

¹⁾ Vojnotehnički institut VJ, 11000 Beograd, Katanićeva 15

Osnovni elementi ITOb-a i planiranje njihovog uvođenja

Elementi ITOb-a, koji su bitni u fazi projektovanja i razvoja uređaja DISK-a, obuhvaćeni su preliminarnim istraživanjima i daljim aktivnostima, zaključno sa ispitivanjem eksperimentalne mreže.

S obzirom na sve faze životnog ciklusa sistema, javlja se potreba za razmatranjem više elemenata ITOb-a, ali se u ranijim fazama elementi svode na sledeće [4]:

- kvalitet,
- standardizacija sa unifikacijom i tipizacijom,
- pouzdanost,
- pogodnost za održavanje,
- operativna gotovost (raspoloživost),
- koncepcija održavanja i
- dokumentacija.

Navedeni elementi pretežno se odnose na tehnička rešenja uređaja i sistema, a detaljnije su razmatrani u [5].

- Ugradnja većine elemenata regulisana je standardima, preporukama i uputstvima koji su proizašli iz pomenutih istraživanja, ali i opšteg trenda definisanja i sprovođenja tehničkog obezbeđenja u sredstva i složene sisteme komunikacija.

Analiza svih tehničkih i logističkih činilaca radi ostvarenja što veće efikasnosti (delotvornosti) uređaja, podsistema i sistema [6] izdvaja potrebu preliminarnih istraživanja pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i raspoloživosti, te njihovog planskog uvođenja u projektovanje, razvoj, proizvodnju i eksploataciju.

Planiranje ITOb-a zahteva stalnu i dinamičnu saradnju između projekatara sistema i stručnjaka za pouzdanost i pogodnost održavanja. Pri tom se podrazumeva maksimalno moguće korišćenje pogodnosti koje nude savremeni računari i informatika za projektovanje, analizu i provere sistema u pogledu ITOb-a.

Neki od ključnih ciljeva planiranja integralnog tehničkog obezbeđenja su:

- a) Osiguranje operativne gotovosti za uređaje, podsisteme i DISK u celini obezbeđenjem visokog nivoa pouzdanosti i raspoloživosti.
 - b) Organizovanje potrebnog tehničkog obezbeđenja uz korišćenje adekvatnog sistema snabdevanja i održavanja u toku eksploatacije.
 - c) Osiguranje ekonomičnosti ITOb-a, kroz analizu troškova životnog ciklusa, uvođenje njenih rezultata u odluke, korišćenjem metoda optimizacije troškova i efikasnosti.
- Ciljevi planiranja, sa gledišta upravljanja održavanjem, usmereni su na smanjenje zahteva vezanih za tehničko obezbeđenje i troškove do nivoa koji zadovoljavaju zahteve operativne gotovosti. S tim u vezi, vrše se stalne revizije i poboljšanja karakteristika vezanih za tehničko obezbeđenje. To omogućuje da se osnovne karakteristike tehničkog obezbeđenja: gotovost (raspoloživost), vremena zastoja, ciklusi održavanja, vremena preventivnog i korektivnog održavanja, zahtevi za osobljem i dr., kvantitativno odrede i usvoje u odgovarajućim propisima o kvalitetu za uređaje i podsisteme DISK-a.

Preliminarni plan ITOb-a predstavlja sveukupni prilaz obezbeđenju sistema kao i projektovanju sistema u odnosu na pogodnost za podršku.

Plan obuhvata sledeće faze:

- a) definiciju operativnih zahteva za podsisteme i uređaje eksperimentalne mreže DISK-a,
- b) koncept održavanja,

- c) kvantitativne i kvalitativne zahteve za pogodnost podrške sistema,
- d) alokaciju zahteva za pogodnost podrške na nivo podsistema i uređaja,
- e) analizu tehničkog obezbeđenja, tj. analizu nivoa održavanja i troškova životnog ciklusa,
- f) modifikaciju ili projektovanje novog tehničkog obezbeđenja (kada je to potrebno),
- g) formalne revizije projekta i
- h) ispitivanje i ocenu tehničkog obezbeđenja.

Konačan plan ITOb-a proizlazi direktno iz preliminarnog plana, sprovodi se uporedo sa izradom funkcionalnih modela i sastoji se od sledećih planova:

- pouzdanosti i pogodnosti za održavanje,
- održavanja (koncepcije održavanja, ispitivanja i podešavanja),
- uređaja za ispitivanje i podršku,
- snabdevanja (sastavnih delova, uređaja, opreme),
- transporta i rukovanja pri transportu,
- dokumentacije i informatike,
- objekata,
- osoblja i obuke,
- novčanih sredstava za tehničko obezbeđenje i
- rukovođenja tehničkim obezbeđenjem, sa definisanim zahtevima i odgovornostima.

Primer i izgled plana uvođenja pouzdanosti u projekt sistema je prikazan načelno u tabeli 1.

Tabela 1. Plan uvođenja pouzdanosti u projekt

Zadatak	Koncepcija	Prethodni razvoj	Završni razvoj
• Studija ostvarivosti	_____		
• Operativni zahtevi	_____		
• Revizija koncepcije	_____ Δ		
• Funkcionalna analiza		_____	
• Model pouzdanosti		_____	
• Alokacija pouzdanosti		_____	
• Analiza pouzdanosti		_____	
• Preliminarni plan		_____	
• Revizija projekta		_____ Δ	
• Pouzdanost komponenta			_____
• Ispitivanja pouzdanosti			_____
• Revizija prototipa			_____ Δ

Rezultati aktivnosti po ITOb-u za pojedine faze su ugrađeni:

- A. za koncepciju – u projekat ili simulacioni model;
- B. za prethodni razvoj – u laboratorijski model;
- C. za završni razvoj – u funkcionalni model ili prototip.

U početnoj fazi (koncepciji) polazni zahtevi za pouzdanost postavljaju se u obliku srednjeg vremena između otkaza (m) na osnovu:

- podataka o sličnim projektima i
- složenosti uređaja i njihovih misija.

U daljim fazama razvoja, proizvodnje i eksploatacije, ove vrednosti se proveravaju prema utvrđenoj metodologiji proračuna i/ili ispitivanja, izvode zaključci i provode korekcije.

Uvođenje elemenata ITOb-a u projektu digitalnog telefona

Plan ITOb-a digitalnog telefona (DT) uklapa se u opšti plan obezbeđenja ITOb-a DISK-a. Pri tome se ima u vidu da je digitalni telefon krajnji telekomunikacioni uređaj za

prenos električnih signala govora i podataka i, kao takav, najmasovniji terminalni uređaj. Zbog toga su mnogi aspekti održavanja DT podređeni opštem sistemu održavanja sa pridruženim informacionim sistemima (ISO, na sl.1).

Posebna pažnja se zato posvećuje obezbeđenju pouzdanosti DT, te poboljšanju (porastu) te karakteristike tokom razvoja telefona.

Kao polazni zahtev za pouzdanost utvrđena je vrednost srednjeg vremena između otkaza (m) od najmanje 4000 časova sa poverenjem od 90%, pri čemu je u odnosu na faktor sredine telefon tretiran kao prevozni uređaj (*ground mobile*, prema MIL-HDBK-217).

Prognozom prema istom standardu, na postavljenom modelu pouzdanosti kao redno-paralelne veze funkcionalnih blokova telefona, izvršeni su proračuni m , od početne do daljnjih, poboljšanih verzija uz primenu softverskog paketa simulatora pouzdanosti i gotovosti digitalnog telefona [7].

Višekriterijumskim modelovanjem gradnje telefona i uvođenjem savremenih tehnologija komponenata, vrednovano je nekoliko konkurentnih realnih alternativa sa stanovišta: pouzdanosti, mogućnosti proizvodnje, cene, radnih karakteristika, tehnološke perspektivnosti, otpornosti na spoljne uticaje, vremena razvoja i zaštite. Rezultati su dati u tabeli 2 [8], gde je pouzdanost kriterijum najveće važnosti, sa postavkom poboljšanja m u toku razvoja digitalnog telefona.

Tabela 2. Ocena porasta pouzdanosti DT

Tehnologija gradnje	Ocena m (h)	Faza razvoja
A1- standardne elektronske komponente na štampanoj ploči	1162	koncepcija
A1 - standardne komponente	2374	prethodni razvoj (laboratorijski model)
A3 - hibridna izvedba kodeka		
A1 - visoko pouzdane komponente	4539	završni razvoj (funkcionalni model)
A3 - kodek-hibrid profesionalnog kvaliteta		
A2 - kodek je monolitno (integrirano) kolo u „custom” izvedbi	do 7200	perspektivna varijanta razvoja
A4- čip - komponente		
A5- površinska montaža		

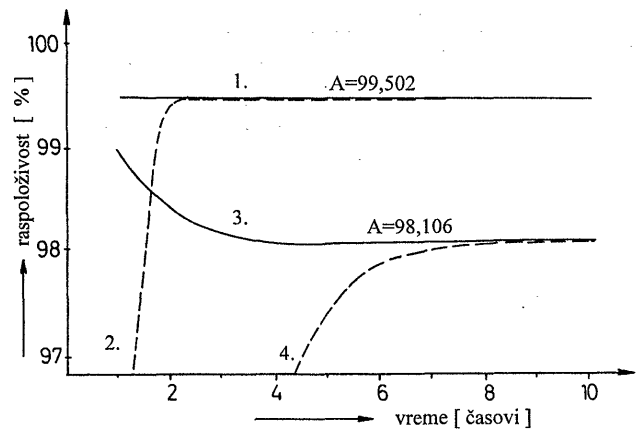
Alternative vezane za tehnologije komponenata u tabeli 2 imaju oznake A1 do A5.

Prva varijanta, sa standardnim komponentama, razmatrana je u toku koncepcije.

Neispunjenje zahteva za m vidno je i u fazi realizovanog laboratorijskog modela ($m < 4000$ h) i pored hibridizacije A/D kodeka. Funkcionalni model, sa visoko pouzdanim komponentama dostiže projektovanu vrednost ($m > 4000$ h), dok bi dalje osavremenjavanje gradnje vodilo ka tzv. perspektivnoj varijanti sa prognoziranim vrednošću m i do 7200 h! Investiranje u perspektivnu varijantu, međutim, podleže kritičnoj analizi troškova i vremenskih resursa kao ograničavajućih faktora ovog razvoja. S druge strane, demonstraciono ispitivanje pouzdanosti digitalnog telefona u završnoj fazi razvoja može dati rezultate koji bi se korisnije pretočili u korektivne zahvate. Ovde se uključuju i organizacione mere koje se sprovode u eksploataciji i održavanju na poboljšanju pogodnosti za rukovanje i održavanje, te softverskih i funkcionalnih pogodnosti.

Procena ponašanja modela DT u složenim situacijama primene u eksperimentalnoj mreži (EM) DISK-a ilustrovana je simulacijom ispada (kvarova) komponenata mreže i narušavanja korektivnog održavanja, te njihovog uticaja na

raspoloživost jedne proste konfiguracije eksperimentalne mreže – sa samo tri međusobno povezana čvorišna centra za komutaciju kanala. Pri tome posebna pažnja je posvećena ispadu grupe digitalnih telefona u eksperimentalnoj mreži.



Slika 2. Raspoloživost, A, eksperimentalne mreže

U okviru internih ispitivanja eksperimentalne mreže (EM), uz pomoć SPG, razmatrani su slučajevi (sl.2):

1. Mreža kompletna, bez kvarova uređaja; srednje vreme popravke uređaja (dijagnosticiranje i zamena na nivou modula) – 15 minuta;
2. Kvar jednog čvorišnog centra i seta telefona uz grupni centar drugog čvorišta; vreme popravke uređaja kao u slučaju 1;
3. Mreža kao u slučaju 1.; vreme popravke dva puta veće i
4. Mreža kao u slučaju 2.; vreme popravke kao u slučaju 3.

Praćenjem raspoloživosti EM u toku rada do 10 časova, kada se u svim slučajevima uspostavlja ustaljeno stanje, vidno je da uticaj otkaza seta telefona bitno ne narušava rad mreže, odnosno da se kašnjenje uspostavljanja ustaljenog stanja pre svega može pripisati otklanjanju kvara čvorišnog centra, a bitno smanjenje nivoa raspoloživosti – povećanju vremena popravke komponenata mreže.

Povoljniji rezultatima ispitivanja EM u pogledu raspoloživosti nesumnjivo je, pored korektnog i smišljeno provedenog projekta funkcionalnih karakteristika modela, doprinela primena *Plana uvođenja elemenata ITOB-a u DISK, njegove podsisteme i uređaje*.

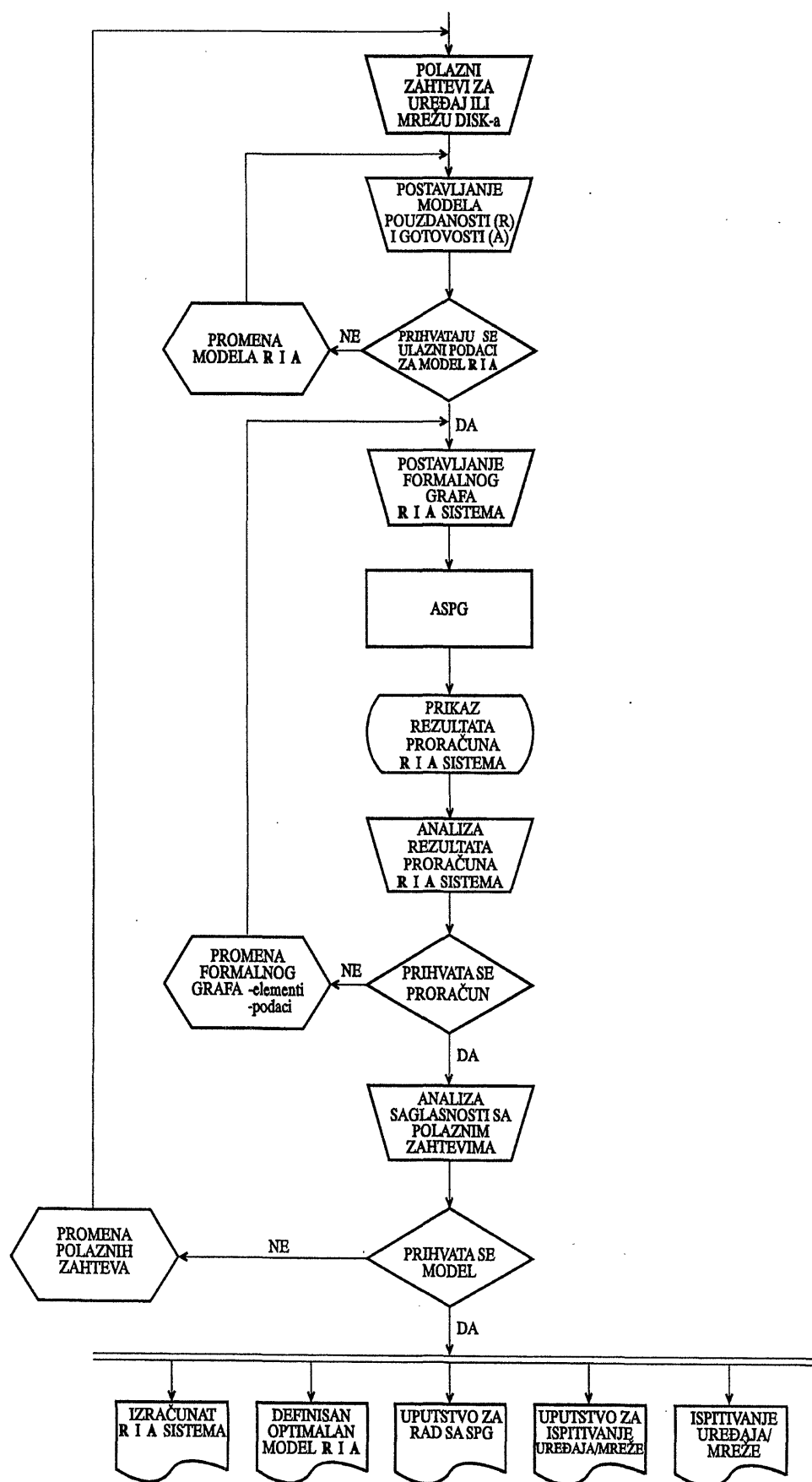
Prilaz za dalji rad

Sadašnji trend razvoja i izgradnje telekomunikacionih uređaja i sistema postavlja fokus na primenu ekspertnog sistema.

Rezultati u razvoju simulatora pouzdanosti i gotovosti (SPG) omogućuju da se u sledećoj fazi istraživanja i razvoja DISK-a oformi takav sistem za analizu pouzdanosti uređaja, delova mreže i sistema.

Mogućni algoritam korišćenja SPG u okviru budućeg ekspertnog sistema predstavljen je na sl.3, ukazujući na aktivnosti koje treba sprovesti i odluke koje treba doneti u toku razvoja telekomunikacionog sistema/uređaja.

Mnoge novije oblasti i metode, pored topoloških i Markovljevih grafova, našle bi svoje mesto u razvoju i primeni moćnijeg i svestranijeg SPG (na primer, za vrednovanje sistema s tolerancijom grešaka, analiza stabla otkaza, Petri mreže).



Slika 3. Algoritam korišćenja SPG u ekspertnom sistemu: ASPG- algoritam simulacije za proračun pouzdanosti i gotovosti; R – pouzdanost, A – gotovost (raspoloživost)

Zaključak

Rad predstavlja rezultat aktivnosti iz programa uvođenja pouzdanosti i drugih bitnih elemenata integralnog tehničkog obezbeđenja (ITOb-a) u projektu savremenog telekomunikacionog sistema.

Delatnosti usmerene ka cilju postavljenom polaznim zahtevima za pouzdanost i druge elemente ITOb-a mogu se alocirati po pojedinim fazama životnog ciklusa uređaja (koncepcija, prethodni i završni razvoj, proizvodnja, eksploatacija) što čini njemu svojstveni program uvođenja i poboljšanja elemenata ITOb-a. Ovaj program nalazi svoje mesto u modelu obezbeđenja kvaliteta namenskih uređaja, primerenog primeni opšteprihvaćenih ISO standarda za kvalitet.

Ostvarena mera poboljšanja pouzdanosti digitalnog telefona je, po raspoloživim podacima, veoma povoljna, što sledstveno vodi obezbeđenju visokog kvaliteta najmasovnijeg terminalnog uređaja u digitalnom sistemu komunikacija, kao i sistema u celini. To je primenom simulatora pouzdanosti i gotovosti nedvosmisleno potvrđeno u toku ispitivanja eksperimentalne mreže DISK-a.

Na kraju je ukazano na potrebu razvoja i primene ekspertnog sistema za analizu pouzdanosti i raspoloživosti

telekomunikacionih uređaja, delova mreže i sistema u celini.

Literatura

- [1] BLANCHARD, B. *Logistic Engineering and Management*. London, Prentice Hall, 1981.
- [2] ...Uputstvo za sprovođenje integralnog tehničkog obezbeđenja, TU SSNO 1982.
- [3] SNO 1096: *Taktičko-tehnički zahtevi za razvoj tehničkih materijalnih sredstava*. Centralni biro SiM, 1985.
- [4] MUŽDEKA, S. *Logistika i logističko inženjerstvo*. skripta za predavanja, TU SSNO – IBK Vinča, vojna štamparija, Split, 1981.
- [5] ĐOKIĆ, D., ĐOKIĆ, M., DAMJANOVIĆ, M. *Logistika u istraživanju i razvoju telekomunikacionog sistema*. Naučno-tehnička informacija, no.4, VTI, 1985.
- [6] JOVIČIĆ, S. *Uvodna razmatranja o koncepciji efektivnosti tehničkih sistema*. Zbornik radova savetovanja „Efektivnost i troškovi životnog ciklusa tehničkih sistema”, TOC KoV, Beograd, 1983, str.1-47.
- [7] DAMJANOVIĆ, M. *Analiza pouzdanosti digitalnog telefona u lokalnoj mreži*. magistarski rad, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 1991.
- [8] ĐOKIĆ, M. *Ocena porasta pouzdanosti u toku razvoja telekomunikacionog uređaja*. II međunarodni kongres JUSK-a „Menadžment totalnim kvalitetom – korak u budućnost”, Beograd, 1998.

Rad primljen: 1.7.1998.god.