

Kvantifikacija nekih uticajnih faktora na sistem održavanja

Dr Petar Stanojević, dipl.inž.¹⁾
Vladimir Bukvić, dipl.inž.¹⁾
Dr Vasilije Mišković, dipl.inž.¹⁾

Određivanje uticaja promene relevantnih ulaznih faktora na izlazne rezultate funkcionisanja sistema održavanja (SOd), odnosno na pokazatelje uspešnosti razmatranog sistema ima teoretski i praktični značaj. Uticaj faktora na SOd razmatra se preko uspostavljanja i analize zavisnosti s određenim pokazateljima uspešnosti funkcionisanja SOd. Rezultati istraživanja omogućavaju određivanje oblika i parametara zavisnosti pokazatelja uspešnosti funkcionisanja razmatranih uticajnih faktora. Istraživanje tekođe omogućava sagledavanje oblika promene pokazatelja uspešnosti funkcionisanja u širokom rasponu ulaznih veličina uticajnih faktora, kako bi se mogle utvrditi određene tendencije. Jedan od rezultata istraživanja je i određivanje vrednosti karakterističnih veličina ili njihovih raspona, što bi moglo poslužiti kao osnova za ubrzavanje i olakšavanje procesa odlučivanja.

Ključne reči: sistem održavanja, uticajni faktori, kvantifikacija, modelovanje, simulacija.

Uvod

SISTEMI održavanja (SOd) su prema nadležnostima hijerarhijski ustrojani i obično prostorno razučeni, gde je svaka organizaciono-tehnološka celina (jedinica-podcelina sistema) zaokružena i za date uslove univerzalna. Sistemi se struktuiraju, obično, kao višenivojski radi postizanja veće efektivnosti, efikasnosti i racionalnosti. Na uspešnost SOd utiču izvesni faktori.

U radu *Pristup kvantifikaciji uticajnih faktora na sistem održavanja* su indentifikovani uticajni faktori, određen je mehanizam, pravac i intenzitet njihovog uticaja i mogućnosti njihove kvantifikacije. Identifikaciji uticajnih faktora na SOd pristupljeno je kroz: analizu pokazatelja uspešnosti funkcionisanja i analizu aktuelnih razvojnih trendova. Mehanizam i pravac delovanja uticajnih faktora je određen sagledavanjem procesa ili metodologije projektovanja-reprojektovanja ili u najširem smislu usavršavanja SOd [1]. Postupak kvantifikacije uticaja nekih uticajnih faktora moguć je stvaranjem odgovarajućih modela SOd i eksperimentisanjem na njima. Modeli SOd su posledica primenjene metodologije projektovanja SOd.

Određivanjem relevantnih uticajnih faktora i kvantifikacijom njihovog uticaja na sistem održavanja i njihovim rangiranjem u odnosu na značaj efekata koje daju i troškova koje izazivaju, moguće je odrediti redosled potrebnih akcija razvoja i/ili uzročno-posledičnu vezu pri primeni u sistemu.

Cilj ovog istraživanja jeste kvantifikacija nekih uticajnih faktora na sistem održavanja i njihovo rangiranje u odnosu na: značaj efekata koje daju, redosled potrebnih akcija razvoja i/ili uzročno-posledičnu vezu kod primene u sistemu.

Istraživanje treba da omogući određivanje oblika i parametara zavisnosti pokazatelja uspešnosti funkcionisanja SOd od razmatranih uticajnih faktora. Istraživanje, takođe, treba da omogući sagledavanje oblika promene pokazatelja

uspešnosti funkcionisanja u širokom rasponu ulaznih veličina uticajnih faktora, kako bi mogle da se utvrde određene tendencije. Jedan od rezultata istraživanja je i određivanje vrednosti karakterističnih veličina ili njihovih raspona.

Određivanje uticaja promene relevantnih ulaznih veličina na izlazne rezultate funkcionisanja, odnosno na pokazatelje uspešnosti razmatranog sistema ima teoretski i praktični značaj. Teoretski značaj se ogleda u kvantifikaciji uticaja pojedinih faktora-promenljivih, utvrđivanju njihove značajnosti, pravca delovanja i utvrđivanju oblika i karakteristika međuzavisnosti s pokazateljima uspešnosti. Praktični značaj ima utvrđivanje spektra osetljivosti izlaznih rezultata na promenu ulaza, jer utvrđivanje činjenica, da mala promena ulaza izaziva "burnu" reakciju izlaza, povlači za sobom potrebu utvrđivanja tačnih (stvarnih) vrednosti ulaza i povećava značaj i hitnost sprovođenja adekvatnih mera i postupaka istraživanja i razvoja.

Na ovaj način se rukovodiocima, projektantima i istraživačima SOd olakšava posao oko: spoznaje kvantitativnih pokazatelja na osnovu kojih će se odabrati najbolja varijanta-pravac usavršavanja-razvoja i izbor redosleda koraka usavršavanja sistema ili istraživanja, u odnosu na specifični sistem kriterijuma, što će rezultovati smanjenjem troškova istraživanja, ubrzanjem donošenja odluka i poboljšanjem kvaliteta razvojnih odluka kao i smanjenjem rizika od donošenja pogrešnih odluka.

Pristup istraživanju

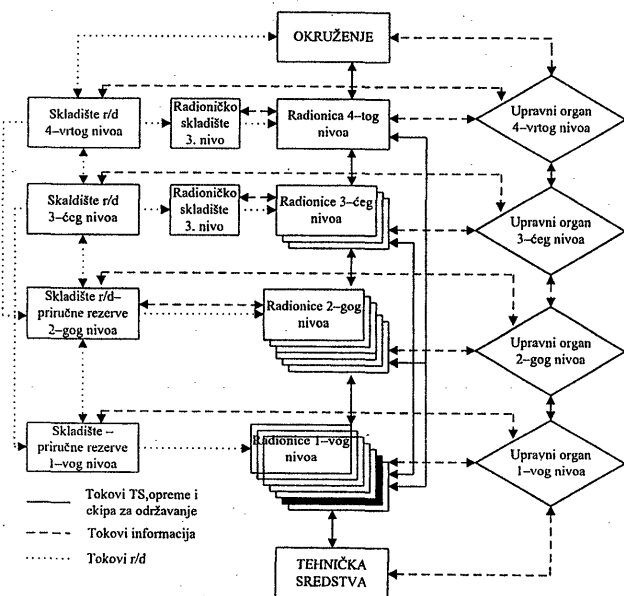
Efekti određenih unapređenja jasnije se manifestuju kod "velikih" SOd i oni su stoga povoljniji za istraživanje. Međutim, merenje efekata je kod velikih sistema daleko teže. Zbog karakteristike SOd, da se većina procesa koji se u njemu odigravaju može opisati slučajnim promenljivim, da

¹⁾ Vojna akademija, 11000 Beograd, Ratka Resanovića 1

ih često karakteriše nestacionarnost, veliki broj limitirajućih faktora, a da treba uvažavati specifična upravljačka rešenja, najbolji način za projektovanje SOD-a, kao i njegovog izučavanja, jeste primena metoda matematičkog modelovanja i simulacije. Radi sagledavanja ukupnosti efekata mora da se karakteristični SOD posmatra kao celina. Njegov model u tom slučaju mora da obuhvati sve karakteristične tokove (ljudi, tehnološki elementi, tehnološki zahtevi, materijal, r/d, informacija, ...). Modelovanje i simulacija može da se vrši za sve kombinacije konceptijskih, tehnoloških i organizacionih i drugih varijanti SOD-a. Kreirana varijantna rešenja SOD zajedno sa sistemom kriterijuma čine specifičan eksperimentalni okvir. Kvantifikacija pokazatelja uspešnosti i poređenje varijantnih rešenja među sobom se zasniva na metodologiji modelovanja i simulacije kao, u ovom slučaju, najpogodnijih kvantitativnih metoda. Metodologija modelovanja i simulacije je posebno pogodna, jer omogućava da se po stvaranju osnovnog modela SOD izvedu četiri vrste eksperimenata: podešavanje odgovarajućih parametara i pokazatelja (*tune existing parameters*), analiza osetljivosti, strukturalni redizajn i "Šta-Ako" procedure istraživanja. Sve ovo se pogodno može povezati s odgovarajućom *cost-benefit* analizom.

Simulacija u širem smislu je postupak koji objedinjuje: a) snimanje podataka o realnom procesu, b) eksperimentisanje u realnom procesu, v) formulisanje teorije, g) kreiranje konceptijskog modela, d) programiranje, đ) planiranje eksperimenta, e) eksperimentisanje s programom na računaru i z) analizu rezultata eksperimenta. "Najznačajnija razlika između analize procesa u sistemima pomoću simulacije i drugih metoda operacionih istraživanja je potpuno respektovanje obeležja stohastičnosti i nestacionarnosti" [2]. Simulacija složenih sistema pruža informacije o promenljivim veličinama u sistemu, nivou njihove značajnosti i vezama među elementima sistema u toku odvijanja procesa. Ona omogućava i analizu novih i nepoznatih situacija u kojima se sistem može zadesiti i time omogućava indentifikaciju potencijalnih problemskih tačaka.

Konkretno istraživanje je izvršeno u okviru projektovanja-reprojektovanja dva karakteristična sistema održavanja [3,4]. Oba ova sistema bi se mogli prikazati preko opšteg modela datog na sl.1, koji sadrži prikaz pogodan za simulaciju razmatranih tokova i procesa i percepciju složenosti modelovanih sistema.



Slika 1. Opšti model sistema održavanja

Detalniji postupak modelovanja i prikazi pojedinih karakterističnih tokova dati su u literaturi [1,3,4].

Oba razmatrana SOD uvršteni su u grupu višenivojskih (četiri nivoa), prostorno razduženih (u prvom slučaju 16 radionica prvoga nivoa, četiri drugog, jedna trećeg i jedna četvrtog nivoa, a u drugom 67 radionica prvog nivoa, devet drugog, jedna trećeg i jedna četvrtog nivoa SOD) u kojima se održava veći broj složenih, skupih i važnih TS (u prvom slučaju 640, a u drugom 4880). U slučaju prvog SOD radi se o dva tipa i modela vrlo složenih TS, a u drugom o 900 modela raznovrsnih TS svrstanih u 24 grupe. Broj karakterističnih vrsta postupaka održavanja je velik i delimično različit zavisno od TS. Potrebni resursi (elementi sistema) su mnogobrojni i složeni po strukturi i karakteru.

U prvom slučaju su istraživane konceptijske, tehnološke i organizacione varijantne rešenja, dok je u drugom istraživana samo organizacija (tehnologija i koncepcija su uzete kao nepromenljive). Ciljevi istraživanja su bili identični – stvoriti uspešniji konkretni SOD.

Istraživani realni SOD su po mnogo čemu specifični, pa se i rezultati dobijeni istraživanjem mogu smatrati pojedinačnim i specifičnim. Međutim, primenjena metodologija, broj uticajnih činilaca koji su uzeti u obzir, obim modelovanih procesa, sličnost dobijenih rezultata itd., daju za pravo da se smatra da je njihova primenljivost znatno veća. Ovo, posebno s toga što je istraživanje prvog SOD [3] prethodilo drugom [4], pa su se jasnije mogli odrediti problemi koje treba izučavati i tendencije, a kroz međusobno poređenje rezultata brže doći do saznanja o mogućim zakonitostima i uzrocima razlika.

Tok celokupnog istraživanja je bio sledeći:

- analiza postojeće literature,
- prikupljanje podataka,
- opis i analiza postojećeg sistema održavanja,
- izvođenje zaključaka iz analize postojećeg sistema održavanja,
- analiza definisanih varijanti,
- razvoj modela održavanja, izvlačenja i evakuacije,
- izbor i izrada karakterističnog scenarija po kome će biti vršeni eksperimenti,
- razvoj procesnog modela,
- eksperimenti za dobijanje karakteristika varijanti,
- analiza rezultata dobijenih eksperimentisanjem,
- provođenje kompletnih eksperimenata za dobijanje kriterijskih vrednosti,
- analiza rezultata dobijenih eksperimentisanjem,
- izbor varijante,
- detaljisanje izabrane varijante - faktorska analiza,
- zaključci i otvoreni smerovi daljnjih istraživanja i
- verifikacija rezultata istraživanja.

Za svako od varijantnih rešenja SOD izvršena je detaljnija kroz:

1. Prikaz šeme organizacione strukture;
2. Šemu toka: ekipa, ljudi, informacija, izvlačenja tehničkih sredstava (TS), evakuacije TS i rezervnih delova;
3. Tehnološku koncepciju;
4. Organizacionu tabelu - matrice tokova informacija (poruka) među radnim mestima u upravnoj strukturi.

Modeli simulacije procesa u SOD razvijeni su i namenjeni za kvantifikaciju tehnoloških zahteva, početno dimenzionisanje tehnoloških elemenata i elemenata tehnologije odlučivanja i određivanje vrednosti kvantitativnih pokazatelja

funkcionisanja projektovanih varijantnih rešenja realnih SOD. Nemogućnost da se klasičnim modelima opiše sva složenost veza između elemenata, stohastičnost, nestacionarnost i nelinearnost obeležja posmatranih procesa uslovala je, kao jedino odgovarajuće rešenje, primenu metode modelovanja i simulacije. S tim u vezi razvijeni su originalni procesni modeli (programi za simulaciju).

Kreiranje specifičnih modela vezano je za specifične eksperimentalne okvire i ulaze koji su šire opisani u [3,4]. Kreirani modeli su pretvoreni (prevedeni) u procesne modele korišćenjem specijalizovanih programskih jezika za simulaciju: GPSS u prvom i MODSIM III u drugom SOD.

sanja istraživanih sistema može da se proglašiti za karakterističan.

Tehnologija je razmatrana kao postojeća (tipična) i nisu menjani njeni parametri-pokazatelji.

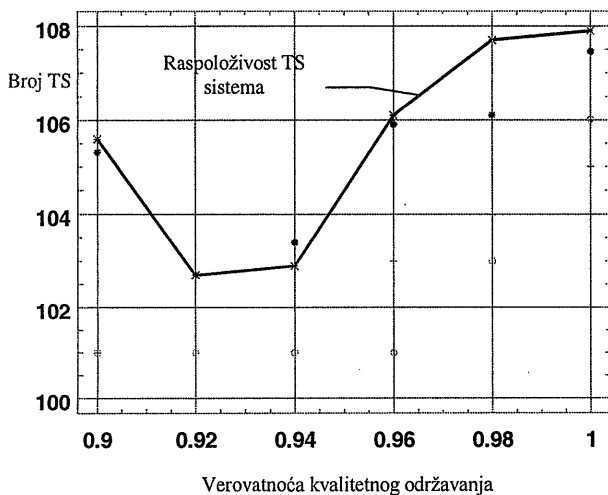
Treba naglasiti da su ulazi za svaku varijantu isti, pa se može utvrditi razlika među varijantama jednog i drugog SOD.

Eksperimenti su vršeni za slučaj da ne postoji i da postoji mogućnost da se informacije (poruke) izgube (izađu iz sistema) ili zature (zadrže određeni vremenski period na nekom mestu u sistemu).

Kao osnovni-vršni kriterijumi za ocenu varijantnih rešenja među mogućim izdvojeni su:

cije modela; vrednovanje modela vezano je za određeni

Za eksperimentalnu osnovu (kod kvantifikacije uticajnih



Slika 3. Promena vrednosti pokazatelja gotovosti u zavisnosti od povećanja verovatnoće kvalitetnog izvršenja radova održavanja

broj radnih mesta u održavanju smanjiti i do 10%. Jasno je da se na ovaj način postiže veće iskorišćenje kapaciteta i smanjenje troškova, odnosno povećava se dobit.

Evidentna je i promena procenta izvršenih radova održavanja koja raste posebno na trećem nivou sistema za do 5%.

Povećanje (verovatnoće) kvaliteta izvršenja radova na održavanju, odnosno smanjenje broja reklamacija. Povećanje verovatnoće kvalitetnog obavljanja radova na održavanju, odnosno smanjenje broja-učestanosti reklamacija, ima efekat od oko 2-3% na povećanje vrednosti pokazatelja gotovosti, određene preko srednjeg broja TS u radu, u slučaju prvog SOD. Ovo je ilustrovano na slici 3.

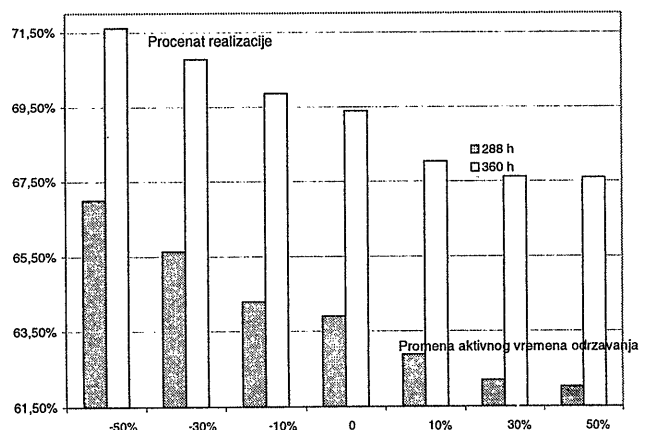
Nekih drugih efekata sem smanjenja vremena zastoja zbog održavanja na trećem nivou SOD za oko 15%, praktično i nema. Važno je obratiti pažnju na ove rezultate, jer je zadata veličina reklamacija bila svega 10%, odnosno 90% TZ će biti realizovano bez reklamacija (isto na svim nivoima SOD). To znači da je povećanje kvaliteta izvršenja radova na održavanju jedan od boljih puteva povećanja gotovosti bez većih troškova.

Skraćenje vremena realizacije TZ - aktivnog vremena održavanja. U slučaju prvog SOD eksperimentisano je sa smanjenjem vremena realizacije TZ za do 50% (linearno za sve radove održavanja). U slučaju drugog SOD vreme realizacije je povećavano i smanjivano za do 50% (linearno za sve radove održavanja).

Iz rezultata za prvi SOD se vidi povećanje vrednosti parametara gotovosti u odnosu na početno stanje za do oko 5%. Broj radnih mesta na višem nivou ostaje nepromenjen, ali se zato na trećem nivou održavanja smanjuje do 25%. Razlog ovome treba potražiti u stohastičnosti i nestacionarnosti nastanka TZ, uticaju merodavnih veličina za dimenzionisanje, ali i u uticaju vremena transporta koje nije menjano. Zbog toga promena potrebnog broja TE ne prati promenu skraćenja vremena realizacije TZ za poznatu tehnologiju na nižem nivou. U ovom slučaju, procenat izvršenja radnji održavanja po nivoima raste, na trećem za 15%, a na drugom nivou za oko 3%. Uticaj merodavnih veličina za dimenzionisanje tehnoloških elemenata (TE), nestacionarnosti i stohastičnosti TZ ogleda se i u zadržavanju iskorišćenja TE na približno nepromenjenom nivou. Očito je da samo smanjenje vremena realizacije uvođenjem novih ili atipičnih tehnologija neće dati dovoljno dobre efekte ukoliko ne bude praćeno skraćenjem logističkih vremena. *Interesantno je da se pokazalo da vremena logističkih, adminis-*

trativnih zastoja i mogućnost da se radi i noću (u pogodno vreme) presudno utiču na vreme zastoja zbog održavanja, sigurno više od aktivnog vremena održavanja, jer se ukupno vreme zastoja, i pored smanjenja aktivnog vremena održavanja za 50%, smanji svega 2%. Identične su promene ovih pokazatelja na svim nivoima održavanja. Skraćenje vremena potrebnog za dijagnostiku, u okviru aktivnog vremena održavanja, nije dalo gotovo nikakve efekte na parametre izvršenja i uspešnosti funkcionisanja i to u slučaju skraćenja vremena dijagnostike za do 50%. Razlog ovako malom efektu mora da se potraži u tome što razmatrana TS spadaju u grupu mašinskih sredstava, za koja vreme dijagnostike predstavlja samo mali deo ukupnog aktivnog vremena održavanja (oko 10%). Za slučaj elektronskih sredstava gde vreme dijagnostike čini oko 90% vremena održavanja, efekti bi verovatno bili slični efektima ukupnog skraćenja trajanja radova održavanja.

U drugom modelovanom SOD-u uticaj smanjenja i povećanja aktivnog vremena održavanja je još manji. Pri smanjenju aktivnog vremena održavanja za do 50%, gotovost (merena preko procenta od ispravnih TS u odnosu na ukupan broj, mereno u 288. i 360. simulacionom satu) raste za približno 0,2%. Pri povećanju za ~50% gotovost pada do 0,5%. Razlog ovome treba tražiti u razlikama u broju i karakteru TS koja se održavaju. U prvom slučaju se radi o malom broju veoma složenih TS čija su vremena održavanja duža. U drugom slučaju su TS veoma raznovrsna, razlike u vremenima održavanja su velike (i do 20 puta), a manje složenih sredstava je daleko više od složenih, pa tako aktivna vremena održavanja imaju manje značajnu ulogu. Uticaj ovog faktora na procenat izvršenih zahtevanih radova održavanja (TZ), mereno u 288. i 360. simulacionom satu pokazuje gotovo linearnu zavisnost što može da se vidi na sl.4. Povećanje procenta izvršenih radova pri smanjenju aktivnog vremena održavanja za 50% je za ≈2-3%, a za smanjenje za 50% je za ≈2-3% (smanjenje broja izvršenih radova), ukupno na nivou razmatranog SOD.



Slika 4. Zavisnost procenta realizacije radova održavanja od promene aktivnog vremena održavanja

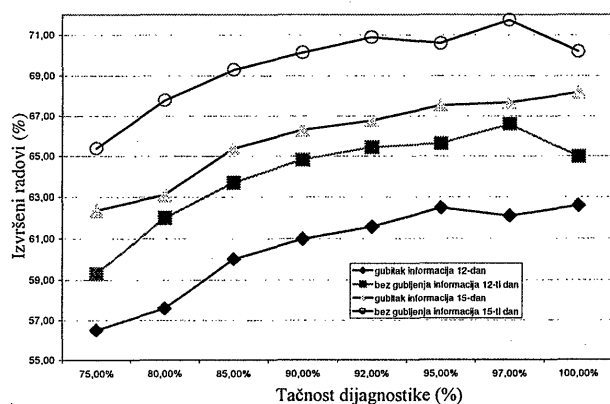
Povećanje tačnosti dijagnostike. Ovim eksperimentom se želelo istražiti koliko na funkcionisanje SOD-a utiču (indirekto mereni na ovaj način): dijagnostička oprema i postupci; obučenost izvršilaca održavanja; sistem kavaliteta u SOD; postojanje kapaciteta za održavanje na najnižem nivou sistema, jer oni mogu dijagnostikovati otkaz.

Ovaj faktor ima najveći efekat na ponašanje prvog izučavanog SOD-a. Promena pokazatelja gotovosti na drugom nivou je do 5-9%, a na nivou tog posmatranog sistema i do 15%. Ovo je posebno važno kada se ima u vidu činjenica da je zadata verovatnoća greške dijagnostike svega 10%. Očito je

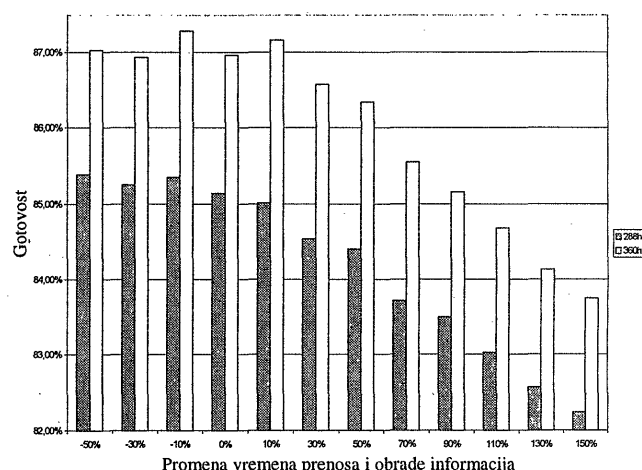
da brže rastu pokazatelji gotovosti za celinu sistema nego za niže nivoe, jer je ovo siguran način da se izbegne nepotrebno cirkulisanje TS i r/d između nivoa održavanja. Time se smanjuju gubici na vremenu transporta, logističkim i administrativnim vremenima. Uočava se da je promena broja potrebnih TE na trećem nivou održavanja gotovo neznatna.

Promena procenta izvršenih radova održavanja je zato veoma značajna. Ona se menja na svim posmatranim nivoima SOD-a od 5% na nižim nivoima do 10% na višim. Promene iskorišćenja TE praktično nema. Nema ni značajnih promena ostalih posmatranih parametara. Neznatna je promena srednjeg vremena zastoja zbog održavanja. Ovo govori da tačnost dijagnostike ne utiče na vreme zastoja zbog održavanja, već na otklanjanje nepotrebnog multipliciranja radnji.

U slučaju drugog SOD uzet je nešto širi raspon variranja ulazne veličine, odnosno verovatnoća tačnosti dijagnostike se menja na sledeći način: 75%; 80%; 85%; 90%; 92%; 95%; 97% i 100%. Prikaz je dat na sl.5. Iz prikazanih rezultata može da se zaključi da izlazni rezultati značajno reaguju na promenu ovog faktora. Za promenu tačnosti dijagnostike od 25% gotovost se povećava za 2-3%, a procenat izvršenih radova za 4-6% za celinu sistema, dok na gubitke ovaj faktor gotovo da ne utiče. Na grafikonu se vidi da bi poželjna vrednost ovog parametra-faktora bila 90-92%, jer posle te veličine dalja ulaganja u povećanje tačnosti dijagnostike se ne isplate.



većavanjem vremena za obradu i odlučivanje linearno na svim nivoima i mestima u upravljačkoj strukturi za do 50%. Ovde se javila veoma interesantna pojava. Smanjivanje vremena nije dovelo gotovo ni do kakvog povećanja gotovosti niti procenta izvršenih radova. Međutim, povećanje vremena je dovelo do pojave tendencije naglog pada vrednosti ovih pokazatelja (oblici krivih zavisnosti su gotovo identični i za gotovost i za procenat izvršenih radova). Ovo je dovelo do nastavka eksperimenta koji se sastojao u povećanju navedenih vremena, na isti način, do 150%. Oblik istraživane zavisnosti za gotovost dat je na sl.6. Povećanje vremena prenosa i obrade informacija za do 150% dovodi do pada gotovosti (mereno u 288. i 360. simulacionom satu) za 3-3,5%, a procenta izvršenih radova za do 15%. Iz iznetog proističe da je ovo izuzetno važan faktor u kreiranju SOD.



Slika 6. Zavisnost gotovosti od promene vremena prenosa i obrade informacija

Rezultati bi mogli da se tumače na sledeći način:

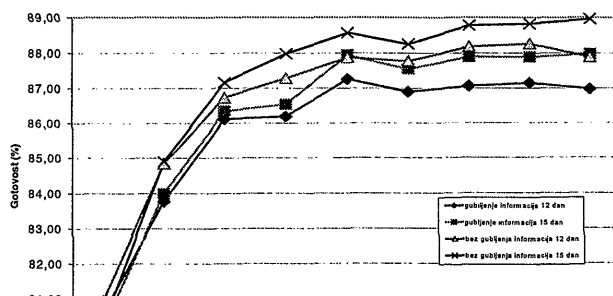
- Pošto je 0% (sl.6) praktično pokazatelj gotovosti za najbolju varijantu upravljačko-organizacione strukture koja je dobijena reprojektovanjem postojeće strukture i kombinacijom najuspešnijih rešenja od više predloženih varijantnih rešenja, dolazi se do zaključka da postoji neka "tačka zasićenja" posle koje sva dalja usavršavanja upra-

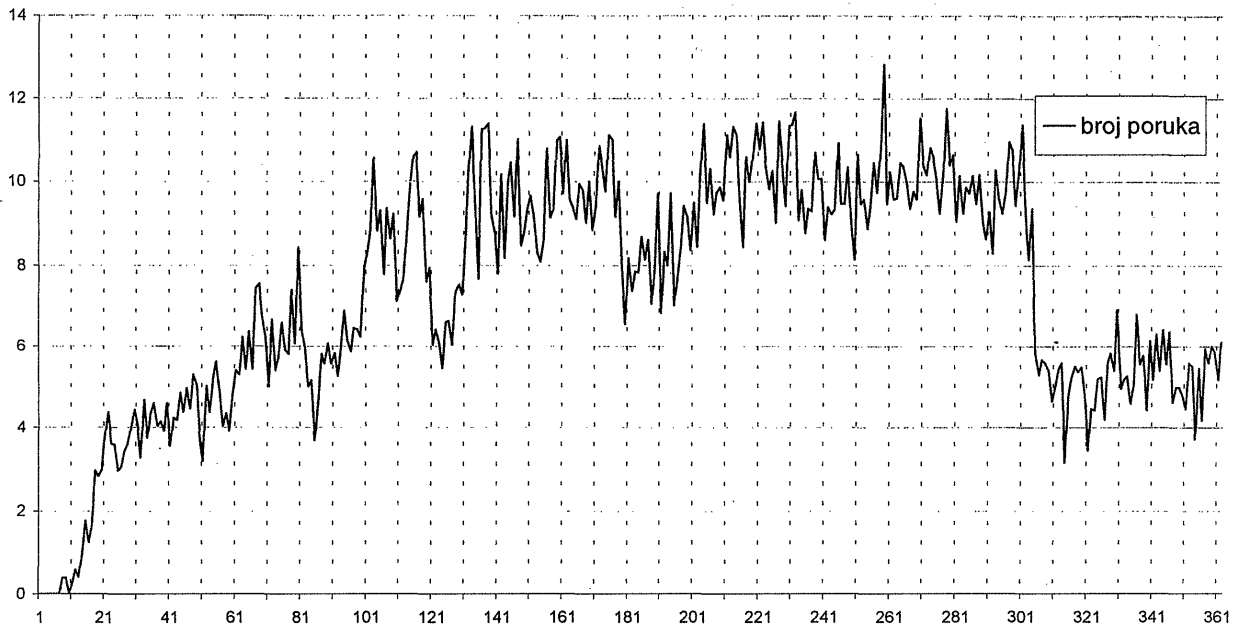
za koju je nadležan, praktično može poistovetiti sa veličinom potrebnih resursa za održavanje na datom nivou sistema. Na primer, ukoliko je stepen autonomije nekog nivoa 0 onda tog nivoa nema, a ako je 0,95 onda to treba shvatiti tako da će 95% od svih zahteva za održavanjem za koje je taj nivo nadležan biti izvršeni na tom nivou, odnosno da postoje za to odgovarajući resursi i kapaciteti radne snage, alata, opreme, prostora itd.

Verovatnoća održavanja na najvišem nivou SOd (četvrti - generalni remont) je zadržana kao konstanta od 100% u svim slučajevima, zbog toga što svi indikatori govore da ovaj nivo ne ispoljava presudan uticaj na pokazatelje uspešnosti SOd u slučaju konkretnog eksperimentalnog okvira.

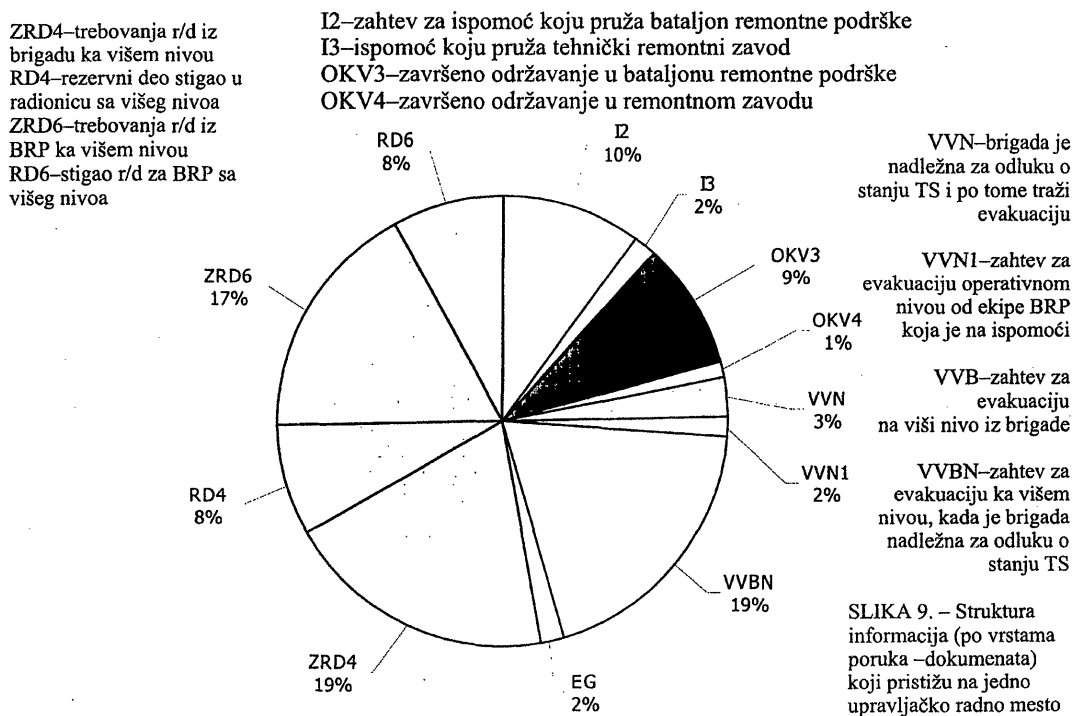
Varijansa je autonomija posmatranog drugog na trećeg

od 60-80% i posle toga. Ove dve, praktično linearne zavisnosti se razlikuju po veličini prirasta za istu promenu nezavisno promenljive.





Slika 8. Intenzitet pristizanja informacija na jedno radno mesto po vremenu u upravnoj strukturi



Slika 9. Struktura informacija (po vrstama poruka-dokumenata) koji pristižu na jedno upravljačko radno mesto

ruka-dokumenata) koji pristižu na jedno upravljačko radno mesto na trećem nivou SOd. Na osnovu vremena potrebnog za obradu, odlučivanje i prenos informacija može da se izvrši dimenzionisanje broja i vrste radnih mesta.

Zaključak

Na osnovu iznetih rezultata, može da se izvrši rangiranje razmatranih uticajnih faktora u odnosu na promenu pokazatelja uspešnosti funkcionisanja i mogućnosti primene u odnosu na potrebna ulaganja. Promenama u SOd ovakvim redosledom razvojnih koraka postigli bi se najveći efekti uz

najmanja ulaganja. Ovaj redosled je takođe logičan, jer bez uvođenja automatske obrade podataka i informacionog sistema nema efikasnog i efektivnog upravljanja zalihama r/d.

1. *Može da se tvrdi da je koncepcija-strategija održavanja ključni faktor uticaja na efektivnost i efikasnost sistema održavanja.* Ovaj zaključak je i logičan, jer je jasno da će opredeljenje za strategiju održavanja uticati na karakter, obim i učestanost radova održavanja koje treba izvršiti u konkretnom sistemu. Šire shvaćeno, ovde treba uključiti i primenu koncepta ILS.

2. Od pojedinačnih faktora najveću pažnju treba obratiti na skraćivanje administrativnih vremena kroz izmene u tipu i obliku upravljačke-organizacione strukture i primenu savremene tehnologije za prenos i obradu informacija.
3. Naredni faktor po značaju je skraćivanje logističkih vremena posebno kroz određivanje optimalnog nivoa, načina upravljanja i rasporeda zaliha r/d po nivoima i ubrzanje za njih vezanih materijalnih i informacionih tokova.
4. Povećanje kvaliteta izvršenja radova održavanja je sledeći faktor po značaju, jer zahteva više promena u ponašanju ljudi i organizaciji nego materijalna ulaganja.
5. Naredni faktor po značaju i mogućem redosledu je uvođenje i primena savremene dijagnostičke opreme, što je svakako i jedan od najznačajnijih svetskih trendova.
6. Zatim treba ići na uvođenje savremene remontne opreme. Promene u SOD, ovim redosledom, kako se dalje odmiče s njihovom primenom imaju sve veći efekat na sistem, jer se uvećava sinergetski efekat. Usavršavanja mogu da se izvrše i kombinacijom nekih navedenih koraka.

Literatura

- [1] STANOJEVIĆ, P., MIŠKOVIĆ V., BUKVIĆ, V. *Maintenance Systems Organizational Structure. Designing Methodology based on Modeling and Simulation*. ESM'2000, Simulation Congress, Ghent, 2000.
- [2] VUKIĆEVIĆ, S. *Skladišta*. Preving, Beograd, 1995.
- [3] STANOJEVIĆ, P. *Uticaj tehničkih faktora na organizacionu strukturu sistema održavanja*. Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1997.
- [4] Grupa autora; PROJEKAT: *Primena logističkog pristupa u organizovanju Vojske Jugoslavije*. Projektni materijali, Beograd, 1998-2000.
- [5] FISHWICK PAUL A.; An Integrated Approach to System Modeling Using a Synthesis of Artificial Intelligence, Softnjare Engineering and Simulation Methodologies. *ACM TOMACS*, October 1992, vol.2, no.4, pp.307-330.
- [6] FISHWICK PAUL A., BERNARD P. ZEIGLER; A Mutimodel Methodology for Qualitative Model Engineering. *ACM TOMACS*, January 1992, vol.2, no.1, pp.52-81.
- [7] KODŽOPELJIĆ, J. i dr., *Osnove Integralne logističke podrške tehničkih sredstava i sistema*. JUSK, 1989, Beograd.

Rad primljen: 6.6.2002.god.

Quantization of some influencing factors on maintenance system

There are numerous factors of influence on performance of maintenance systems. In this paper they are identified and their influence measured by establishing and analysing them in function of maintenance system performance. Influencing factors determination and investigation and its strength, way and form can have application in the analysis of these systems. This research also gives an overall insight into the functioning efficiency indicators in a wide range of relevant initial parameters, so that tendencies can be identified and a schedule of improvement steps made. Determining the range and value of influencing factors make up a basis of investigation methodology tools.

Key words: maintenance system, influencing factors, quantization, modeling, simulation.

Quantification de quelques facteurs influençant le système d'entretien

Les facteurs déterminant les performances des systèmes d'entretien sont nombreux. Cet article les identifie et mesure leur puissance, leur manière et leur forme chez deux systèmes d'entretien à plusieurs niveaux. La détermination et l'investigation de ces facteurs peuvent être appliquées dans l'analyse coût-bénéfice pour tous les types d'investissements. A cause de facteurs nombreux, leur complexité et leur caractère stochastique et non-stationnaire, la modélisation et la simulation sont traitées comme les procédés d'investigation principaux et décrites en détail.

Mots-clés: système d'entretien, facteurs déterminants, quantification, modélisation, simulation.