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

PRIMENA PREVENTIVE U FAZI PROJEKTOVANJA ORGANIZACIONO-TEHNOLOŠKIH I TEHNIČKIH SISTEMA

UDC: 62-7.001.573:65.01

Rezime:

U radu je razvijen specifičan, opšti algoritam primene preventive, kroz postupke u fazi projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema i tehničkih sistema. Cilj primene algoritma je iskorišćenje dosadašnjih pozitivnih iskustava teorije i prakse radi poboljšanja kvaliteta projekata, uz obezbeđenje maksimalnih mogućih efekata i smanjenje troškova organizaciono-tehnoloških sistema. Algoritam je kreiran tako da se može primeniti kod najvećeg broja realnih sistema.

Ključne reči: preventiva, projektovanje, postupci, organizacija, tehnologija, ekonomičnost.

APPLICATION OF PREVENTIVE IN THE PROCESS OF DESIGNING BUSINESS SYSTEMS AND TECHNICAL ITEMS

Summary:

The special general algorithm for preventive requirements application during business systems design process is created. Quality improvement of business systems and technical items design can be done using the algorithm because of good theory and practice experience application. Efficiency improvement and cost reduction can be done as well. The algorithm can be useful in solving design problems for most of real business systems and technical items.

Key words: preventive, design, procedures, organization, technology, cost-effectiveness.

Uvod

Projektovanje organizaciono-tehnoloških i tehničkih (poslovnih, vojnih, itd.) sistema predstavlja visokostručan proces osmišljavanja odnosa između delova i načina funkcionisanja tih sistema. Mogućnost ugrađivanja podsistema, metoda, pravila i procedura, koji mogu poslužiti za otklanjanje neželjenih događaja, još u fazi projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema (OTS), predstavlja značajan projektantski problem. Rešenje problema otežavaju zahtevi za stvaranje kon-

zistentne celine sa uobičajenim postupcima projektovanja uz njihovo povezivanje prema mestu i vremenu. Važno je, takođe, naći i pogodan način kojim bi se, po mogućnosti, obezbedio povoljan odnos između ulaganja u preventivu i ostvarivanja koristi od smanjenja rizika nastanka neželjenih događaja. Pri tome je neophodno usmeriti pažnju na fazu projektovanja OTS, jer se logičkim putem lako može doći do zaključka da je probleme najlakše otklanjati pre njihovog nastanka. Indikativno je da se troškovi za eliminisanje nedostataka, na primer

kod tehničkih sredstava, u fazi razrade projekta, pri proizvodnji i eksploataciji nalaze u odnosu 1 : 10 : 100. Zbog toga je racionalno pronaći postupak kojim bi se u ranim fazama nastajanja rešenja uložilo više napora na pronalaženju načina za smanjenje broja problema, posebno mogućnosti nastanka neželjenih događaja, a time i troškova pri funkcionisanju sistema u budućnosti.

Ovaj rad ima za cilj kreiranje algoritma kojim bi se preventivna rešenja primenila još u fazi projektovanja OTS. Primena algoritma mora omogućiti projektantima sagledavanje mogućnosti, kriterijuma i trenutka ugradnje pojedinih rešenja iz domena preventive. Rešenja moraju biti zasnovana na iskustvima dosadašnje teorije i prakse projektovanja, da bi se pozitivni efekti odrazili, kako na vreme i napore projektanata, tako i na funkcionisanje i ekonomičnost projektovanih sistema. Put rešavanja ovog problema, preko algoritma, mora biti na dovoljnom nivou generalizacije kako bi se omogućila njegova primena u što većem broju slučajeva realnih OTS. Pri projektovanju pojedinačnih realnih sistema, u okviru postavljenih opštih postavki, moraju se tražiti specifična konkretna rešenja.

Značaj primene preventivnih rešenja u fazi projektovanja

Egzistencija i razvoj organizaciono-tehnoloških sistema zavisi od toga kako će se oni adaptirati na promene koje imaju generatore u sistemu i van njega. Zbog toga se ovi sistemi diferenciraju na delove koji imaju zadatak da upravljaju pojedinim segmentima okoline i sopstvene delatnosti.

Svaki od pomenutih delova OTS čine elementi čija je struktura prikazana na slici 1.

Svi elementi OTS (ljudstvo, tehnička sredstva, materijal, energija, zgrade, postrojenja i informacije) među sobom su povezani organizacionom strukturom

Sl. 1 – Struktura elemenata

koja u osnovi određuje njegovu konfiguraciju, a međusobne veze i funkcionisanje elemenata odvija se u skladu sa specifičnim pravilima i procedurama. Za pravila i procedure funkcionisanja jednog OTS može se reći da čine njegov specifični softver. U OTS se, istovremeno, moraju stvoriti veze između istorodnih i raznorodnih elemenata sistema, a da kvalitet i usklađenost ovih veza ima svoj direktan iskaz u uspešnosti funkcionisanja OTS.

Kvalitet funkcionisanja odnosno uspešnost jednog OTS, može se prikazati preko odnosa ulaza i izlaza koji se stvara u toku karakterističnog transformacionog procesa. Prema „Novoj japanskoj proizvodnoj filozofiji“ [1], čije su neke postavke danas široko prihvaćene u celom svetu, jednačina uspeha glasi: *Prodajna cena – troškovi = dobit*.

Bitna razlika u odnosu na dosadašnji pristup je u tome da se rešenje za povećanje dobiti nalazi u eliminisanju svega nepotrebnog, odnosno naglasak je na smanjenju troškova, uz zadržavanje iste ili čak smanjenje prodajne cene. Da bi se

to ostvarilo ceo radni proces se deli na operacije koje „povećavaju upotrebnu vrednost proizvoda“ i one koje „ne povećavaju upotrebnu vrednost“. Ove druge predstavljaju npr. čekanje, slaganje, prenošenje, promene zahvata, preventivne radnje koje ne doprinose smanjenju rizika nastanka neželjenih pojava, itd. i treba ih, po mogućnosti, eliminisati. To ne znači zapostavljanje operacija koje povećavaju upotrebnu vrednost proizvoda i koje predstavljaju „stvarni“ proces, jer i njih treba razvijati zbog toga što povećavaju vrednost proizvoda. Treba obezbediti da ceo sistem funkcioniše na dobar i izbalansiran – sinhronizovan način.

Jednačina uspeha se u vojnim sistemima može primeniti na funkcionisanje pozadinskih službi. Međutim, mora se naglasiti da se uspeh u poslednje vreme sve više meri prema kvalitetu, kako se to inače čini u svim vojnim sistemima.

Postupci sprečavanja nastanka troškova većih od neophodnih, po suštini preventivnih, predstavljaju, za sada, najlakši, najbrži i najjeftiniji put za postizanje uspeha OTS. Ove akcije predstavljaju dodavanje „energije“ ovim sistemima radi smanjenja i eliminacije pojave entropije koja se prirodno javlja kada se OTS „zapuštaju“ – vremenom, kako je to simbolički prikazano na slici 2.

Poznato je da rešavanje problema celine daje uvek veće efekte nego usavršavanje delova. Zbog toga se u svetu prioritet sve više daje procesima, da bi se zatim išlo na usavršavanje metoda rada (operacija). Međutim, do danas je razvijeno nesrazmerno više metoda i postupaka za rešavanje parcijalnih problema nego problema celine. Proces razvoja metodologija projektovanja i reprojektovanja celokupnih sistema još uvek je u toku, i kod nas i u svetu, pa mogućnosti

poboljšanja na ovom polju predstavljaju vrlo inspirativan istraživački zadatak. Posebno se oseća nedostatak na području rešavanja problema sistematske ugradnje

Sl. 2 – Ideogramski prikaz delovanja i smanjenja entropije u OTS

i primene preventive, još u postupcima stvaranja, odnosno projektovanja OTS, jer se opravdano pretpostavlja da se ovde kriju ogromni potencijali za ostvarenje finansijskih i drugih efekata, posebno na sprečavanju mogućnosti nastanka ličnih i civilizacijskih katastrofa.

Do danas je razvijen i svoju primenu u praksi je našao veliki broj metoda, pravila, procedura i postupaka koji se koriste za prevenciju neželjenih događaja (u daljem tekstu incidenti ili otkazi). Takođe, postoje naučno i praktično verifikovane metode, pravila i postupci koji se posredno mogu iskoristiti za prevenciju incidenata. Svi oni mogu doprineti uspešnijem funkcionisanju OTS ukoliko se u njega ugrade na pogodan, odnosno isplativ način.

Čovekov uticaj na nastanak, obim i posledice neželjenih događaja ne može uvek biti potpun, a može se klasifikovati na sledeći način [2]:

- bez uticaja na veličinu i opseg štete,
- samo uticaj na veličinu štete,
- sa uticajem na veličinu i opseg štete,
- sa uticajem na opseg štete.

Radnje – mere koje se, po vremenskom sledu i svrsi, preduzimaju radi smanjenja posledica neželjenih događaja su:

- preventivne – ostvarivanje uticaja na uslove i uzroke nastanka šteta,
- operativne – ostvarivanje uticaja u početnom, razvijenom i završnom stadijumu neželjenog događaja radi smanjenja šteta,
- sanacione – otklanjanje posledica.

Uticaj svake naredne vrste mera u velikoj meri zavisi od kvaliteta izvođenja prethodne. Priprema OTS unapred povećava kvalitet mogućih akcija u svakoj od faza nastanka neželjenog događaja i upravo čini celinu problema koji u svakom konkretnom slučaju mora da rešava projektant. Na današnjem nivou civilizacijskog razvoja još uvek postoji mnogo nedovoljno predvidivih pojava i ljudskih grešaka, odnosno u nekim slučajevima je stepen neodređenosti i neizvesnosti još uvek visok. Međutim, već samo postojanje svesti o mogućim uzrocima neželjenih događaja upućuje na puteve njihovog rešavanja. Važno je napomenuti da kada se neki problem ne može otkloniti uticajem na uslove i uzroke nastanka, onda to treba učiniti propisivanjem odgovarajućih pravila i procedura ponašanja, odnosno operativnim merama kojima se daje odgovor na pitanja tipa: *šta ako*. Procedure sanacije se, takođe, moraju unapred propisati u mogućem obimu. Posledice koje proističu iz nastanka neželjenih događaja imaju i različit značaj za konkretne sisteme, tako da postoje slučajevi u kojima se preventivno delovanje može svesti samo

na propisivanje postupaka sanacije, odnosno preduzimanje korektivnih radnji.

Ishodišta (uzroci) neželjenih događaja u OTS

Sagledavanje mogućnosti primene pojedinih dostignuća nauke u procesu ugradnje preventive u postupke projektovanja OTS zahteva prethodnu analizu uzroka gubitaka (otkaza – incidenata) i njihovog karaktera.

Gubici u OTS mogu biti posledica otkaza – incidenata:

- sistema kao celine,
- elemenata sistema,
- međusobnih veza između elemenata i pravila funkcionisanja,
- u okolini.

Važno je uzeti u razmatranje uzroke, jer njihove vidljive manifestacije često mogu biti rezultat delovanja dva ili više uzroka. U tabeli je prikazan sistematizovan pregled izvorišta otkaza – incidenata i „objekata“ njihovog delovanja [2, 3, 5].

Prema podacima iz tabele može se zaključiti da se gotovo svi uzroci grešaka – otkaza u OTS mogu svrstati u tri glavne grupe:

- nedostaci u postupcima projektovanja – prognoziranja,
- greške ljudskog faktora,
- „viša sila“.

Ove činjenice dodatno ukazuju na značaj razmatranja potrebe za preventivnim delovanjem još u najranijim fazama nastanka ili reprojektovanja OTS.

Zbog još uvek nedovoljne ili neadekvatne primene u domaćoj praksi, neophodno je napomenuti da je do danas razvijen veliki broj metoda, postupaka i pravila koji se koriste radi delovanja na uzroke mogućih otkaza – incidenata. Međutim, to su, po svojoj suštini i obuhvatu,

Objekat otkaza – incidenta	Ishodišta (uzroci) otkaza – incidenta
Sistem kao celina	Zemljotres, ratna razaranja, požari, poplave, entropija
Čovek – kadar	Neadekvatna uputstva, loš izbor, premor, nedostatak obuke, obrazovanja, nedostatak iskustva, motiva i upravljačko-rukovodilačkih osobina
Tehnološki elementi	Greške u projektu, materijalu, dokumentaciji, uputstvima, izradi, pogrešna ocena moguće i potrebne funkcije, greške u projektu tehnološkog procesa, neadekvatna eksploatacija i održavanje, nedostatak zaštitnih elemenata
Materijal i energija	Neadekvatna zaštita, eksploatacija, čuvanje, održavanje, tokovi, kontrola i alarmiranje
Postrojenja i instalacije	Greške u projektu, određivanju uticaja okoline, materijalu, dokumentaciji, uputstvima, izradi, pogrešna ocena moguće i potrebne funkcije, neadekvatna eksploatacija i održavanje, izbor lokacije, nepridržavanje standarda, propisa i tehničkih elemenata zaštite
Informacije	Samoniklost informacionih sistema, neadekvatni nosioci informacija i projekat informacionog sistema, greške u tačnosti i oceni adekvatnosti, potreba i aktuelnosti
Organizaciona struktura	Teškoće u prenošenju tačnosti informacija, opterećenje rukovodilaca, nerazgraničenost nadležnosti, problemi koordinacije, neadekvatna struktura moći, nedostatak organizacione kulture
Upravljački postupci, pravila i procedure	Nepoznavanje procesa i pravila funkcionisanja, nekritičko preuzimanje od sličnih sistema, nedorečenost, nepreciznost, nedoslednost, nesveobuhvatnost, zastarelost
Okolina	Zemljotres, požar, poplava, kontaminacija, rat, štetočine, itd.

akcije usmerene na poboljšanje kvaliteta elemenata i podsistema koji čine OTS.

Otkaz OTS kao celine može nastupiti kao posledica dugotrajnog dejstva entropije, odnosno nagomilavanja grešaka – otkaza. Zbog toga se posebna pažnja mora usmeriti na sve što od prostog skupa elemenata čini sistem kao višu celinu. Prevencije ostalih uzroka otkaza na nivou celine OTS, regulisane su mnogobrojnim zakonskim i podzakonskim propisima i standardima u vezi HTZ, zaštite od zemljotresa, požara, poplava, itd.

Za analizu i poboljšanje kvaliteta ljudskog faktora razvijen je multidisciplinarni pristup pod nazivom „Pouzdanost ljudskog faktora“ [3]. U razvoju je i

odgovarajući IEC standard kojim će biti regulisana predmetna problematika. Ovaj pristup treba koristiti paralelno sa već poznatim postupcima „profesionalne selekcije“, periodičnih sistematskih medicinskih pregleda, školovanja, obuke i motivacije.

Unapređenja hardvera OTS (tehnička i druga sredstva, materijal, energija...) oblast je gde se već godinama primenjuje teorija pouzdanosti, integralni logistički pristup projektovanju, metode analize vrsta, posledica i kritičnosti otkaza (FMEA i FMECA), analiza stabla otkaza, itd. Ova oblast regulisana je i velikim brojem odgovarajućih domaćih i međunarodnih standarda.

Najbolje iskorišćenje informacija, kao resursa, predmet je istraživanja „Pro-

jektovanja informacionih sistema“ čiji je razvoj veoma dinamičan i u okviru kojeg je razvijeno više metoda (npr. BSP).

Teorija koja se bavi projektovanjem organizacionih struktura i uklapanjem delova OTS u celine koje su prilagođene pojedinim fazama delovanja došla je do sledećih zaključaka [2]: da je za poslovanje u savremenim uslovima, uopšte, veoma pogodna matrična organizaciona struktura, jer su u njoj najbolje izbalansirane horizontalna i vertikalna decentralizacija i ukupna funkcionalnost, pa se uspešno kombinuju funkcionalne i projektne – lokacijske dimenzije: delovanje protiv incidenata – otkaza pogodno je da se artikuliše kao projekat (bez promena postojeće makroorganizacije) kojim se upravlja u linijskoj strukturi, zbog mogućnosti brzog delovanja; sanacija posledica delovanja elementarnih katastrofa može se najbolje sprovesti matričnom projektnom organizacijom, pri čemu se neke aktivnosti mogu realizovati hibridnom kombinacijom poznatih organizacionih struktura; ukoliko postoje vrlo izraženi rizici od nastanka otkaza – incidenta, ili se verovatnoća pojave njihovog nastanka želi svesti na apsolutni minimum, pogodno je u postojeću organizacionu strukturu ugraditi posebne funkcije (npr. kvaliteta) ili službe (protivpožarna, zaštite, itd.).

Propisivanje odgovarajućih upravljačkih akcija, pravila i procedura aktivnosti su koje treba obaviti u fazi projektovanja OTS. Pojedini principi i načini izvršenja ovih poslova određeni su literaturom iz oblasti tehnološkog projektovanja [4]. Propisivanje i pridržavanje postupaka i procedura rada imperativno se zahteva standardima JUS-ISO 9000, 10000, 14000, jer se na taj način povoljno utiče na poboljšanje kvaliteta rada i smanjivanje mogućih šteta.

Zakonski propisi, veliki broj standarda i posebna pravila regulišu akcije koje se u OTS moraju preduzeti zbog incidenata čije je ishodište u spoljnoj sredini.

Kategorizacija otkaza – incidenata

Posledice otkaza – incidenata (njihove manifestacije) po OTS mogu imati različiti karakter, a prema težini mogu se uvrstiti u jednu od sledećih devet kategorija (iskorišćena je delom analogija sa tehničkim sistemima [5]):

kategorija I – katastrofalni otkaz; otkaz – incident koji može da dovede do smrtnog ishoda ili povreda rukovalaca ili drugih ljudi;

kategorija II – katastrofalni ekološki otkaz; otkaz – incident koji može da dovede do smrtnog ishoda ili narušavanja zdravlja rukovalaca ili drugih ljudi usled ekoloških katastrofa;

kategorija III – kritičan otkaz materijalnih sredstava; otkaz – incident koji može da prouzrokuje uništenje ili veće oštećenje samog sredstva;

kategorija IV – kritičan otkaz šireg organizaciono-tehnološkog sistema; otkaz – incident koji može da prouzrokuje zastoj ili veće oštećenje šireg sistema;

kategorija V – incident – događaj kritičan po psihološki osećaj sigurnosti; gubitak psihološkog osećaja sigurnosti kod ljudi;

kategorija VI – kritičan otkaz po veličini materijalne štete izazvane zastojem sistema; otkaz – incident za koji se unapred može pretpostaviti da će dovesti do enormnih troškova zbog zastoja elemenata ili šireg sistema;

kategorija VII – težak otkaz; otkaz – incident koji može da rezultira neizvršenjem zadatka;

kategorija VIII – manji otkaz; otkaz – incident koji može da prouzrokuje degradiranje određenih karakteristika i (ili) nemogućnost potpunog izvršenja zadatka;

kategorija IX – neznatan (zanemarljiv) otkaz; otkaz – incident koji ne sprečava izvršenje zadatka, ali zahteva određenju korektivnu akciju.

U procesu grupisanja logičkom analizom pokušano je da se obuhvate sve moguće posledice otkaza – incidenata koji se u opštem slučaju mogu dogoditi. Kategorizacija je sačinjena tako da se može primeniti na otkaze celine i na otkaze podsistema i elemenata sistema. Dodatni razlog za ovakvu kategorizaciju nalazi se u činjenici da je dosadašnja praksa pokazala da se, u načelu, za:

- kategorije otkaza od I do VI nužno i neophodno sprovodi preventiva,
- kategorije otkaza VII i VIII preventiva sprovodi samo ukoliko se finansijski isplati,
- kategoriju IX ne zahteva primena preventive, odnosno ne isplati se primenjivati je.

Primena postupaka preventive za kategorije otkaza od I do VI u većini slučajeva se zahteva i zakonskom regulativom, jer su njihove posledice, u načelu, neprihvatljive. Prema tome, postoje samo dva kriterijuma nužnosti ugradnje konkretne preventivne akcije u postupcima projektovanja OTS, a to su:

- stepen smanjenja rizika,
- troškovi.

Na žalost, često se događa da troškovi predstavljaju projektno ograničenje i u slučajevima kada je viši nivo prevencije neželjenih događaja nužan.

Posebnu pažnju zaslužuje kategorija V koja obuhvata incidente – događaje koji bitno utiču na psihološki osećaj sigurnosti ljudi.

U Maslovljevoj tablici ljudskih potreba [6] sigurnost je na drugom mestu, iza fizioloških potreba. Pojam sigurnosti obuhvata u ljudskoj svesti, prirodom duboko usađene strahove od smrti, gubitka uslova za egzistenciju, gubitka bliskih osoba, destrukcije socijalnog miljea kome su se već prilagodili, itd. Tome treba dodati i gubitak osećaja poverenja u kvalitet nekog proizvoda ili usluge. Iskustvo je pokazalo da izostavljanje faktora sigurnosti može imati veoma teške ili katastrofalne posledice po organizaciono-tehnološke sisteme, posebno u kriznim uslovima funkcionisanja i u slučaju dugotrajnog izostanka poverenja.

Metodologija projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema

U osnovi sadašnjih pristupa projektovanju OTS nalazi se sistemski pristup. Međutim, još uvek nije stvoren model koji bi sve uzroke povezao u celinu pogodnu za izučavanje, pa se u osnovi svakog praktičnog rešavanja problema nalazi neki od parcijalnih pristupa, uz manji ili veći obuhvat ostalih. Različiti pristupi se, dakle, moraju sintetizovati. Različitost uslova, karaktera, zakonitosti funkcionisanja OTS i pristupa rešavanju problema u osnovi nameće situacioni pristup (case study approach), kroz koji se ukazuje na kontinuitet tri procesa u postupku projektovanja, a to su: analiza – merenje stvarnog stanja, upoređenje postojećeg i poželjnog, i izbor oblika uticaja na OTS.

Pri projektovanju OTS mora se početi od pretpostavki o dinamičnosti, otvorenosti i racionalnosti sistema. Pravac projektovanja OTS prema „smeru“ može biti trojak: odozgo nadole, odozdo nagore i susretni. Jedino susretni pristup

projektovanju može uključiti krucijalni značaj rešavanja problema vezanih za pojedine elemente i procese u OTS za uspešno ostvarenje funkcije celine i presudnu ulogu rukovodećeg vrha u određivanju strategijskih procena i smernica. Ideogramski prikaz susretnog pristupa projektovanju OTS odslikanog uz pomoć Mintzbergovog prikaza, dat je na slici 3.

Sl. 3 – Ideogramski prikaz susretnog pristupa projektovanju OTS

Opšti algoritam projektovanja OTS razrađen je i prikazan na slici 4. Redosled i sadržaj koraka prilagođeni su sagledavanju uloge i problema delova i celine OTS. Treba istaći da je u njemu stalno naglašena potreba za ponovnim izvršenjem pojedinih koraka, pa i postupka u celini, kako bi se, uzevši u obzir dinamiku promena uslova poslovanja, osiguralo često reprojektovanje radi poboljšanja uspešnosti poslovanja. Postupci ugradnje preventive moraju se konceptijski i vremen- skim sledom uklopiti u prikazani algoritam, kako bi se osigurala njihova primen- ljivost i celovitost zahvata problema OTS.

Svako projektovanje uključuje i zna- tan stepen prognoziranja. Prognoziranje se obično odvija u karakterističnom infor- macionom okruženju. U trenutku opre- deljenja za primenu neke preventivne akcije postoje tri stanja:

Sl. 4 – Opšti algoritam projektovanja OTS

– MINMAX, kada nema nikakvih informacija o nastupanju pojedinih ot- kaza – incidenata, pa se mora opredeliti za minimalni ili maksimalni obim preven- tive;

– **PRELAZNI**, kada se poseduju neki podaci o nastupanju otkaza – incidenata, pa se određuje preventiva izvesnog obima, s tim što se zadržava mogućnost njenog korigovanja u budućnosti, ali su periodi prilagođavanja nepoznati;

– **ADAPTIVNA STRATEGIJA**, kada se znaju i stalno prate mehanizmi pojave otkaza – incidenata, pa se može trenutno reagovati promenom strategije, odnosno obima i karaktera preventive.

Algoritam primene preventive u fazi projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema

Na slici 5 prikazan je, u ovom radu kreiran, opšti algoritam primene preventive u fazi projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema. Algoritmom se artikulisu odgovori na pitanja *ZAŠTO, KAKO, KADA, KAKVA* i *KOLIKO PREVENTIVNIH* rešenja primeniti u projektovani OTS i *KOJA SREDSTVA* koristiti. Pri tome su iskorišćena iskustva u rešavanju problema iz teorije i prakse, kako bi se projektantima sistema uštedelo vreme, trud i da bi im se dao alat koji služi kao jasan putokaz i plan rada. U suštini algoritma je odbacivanje rešenja za koja se u teoriji i praksi projektovanja pokazalo da su sigurno neisplativa. Uključivanje raznolikosti mogućih konkretnih rešenja ostvareno je insistiranjem na generisanju specifičnih varijantnih rešenja.

Algoritam je koncipiran tako da se u njemu nađu svi zaključci iz sprovedene analize. Takođe, suštinom postupaka koji ga čine i njihovim vremenskim sledom prilagođen je uklapanju u opšti algoritam projektovanja OTS. Prilagođen je i primeni u sva tri stanja informacionog okruženja.

Postupak sprovođenja algoritma započinje analizom funkcionisanja OTS u

kojoj se moraju dati odgovori na pitanja o njegovom cilju, nameni, osnovnim i dopunskim funkcijama, procesima, režimima, fazama i etapama rada, očekivanim pokazateljima uspešnosti funkcionisanja, ograničenjima i uslovima funkcionisanja. Sledeći korak rezultira u analizi međuzavisnosti pojedinih elemenata sistema, što se postiže kroz postupke raščlanjivanja sistema i izradu funkcionalnih i drugih blok-dijagrama.

Iz ukupnog skupa krajnjih posledica otkaza – incidenata za karakteristični OTS izdvaja se podskup onih koji se realno mogu pojaviti i koji su interesantni za analizu sa stanovišta uticaja na OTS.

Završetak prethodnog koraka analize predstavlja preduslov sprovođenja analize mogućih ishodišta (uzroka) otkaza – incidenata za svaku od mogućih posledica u konkretnom slučaju. Nivo raščlanjivanja OTS i elemenata koji ga čine, pri sprovođenju ovog koraka analize zavisi prvenstveno od stanja informacionog okruženja u kojem se postupak odvija. Što se više zna o prirodi funkcionisanja OTS, analiza može biti dublja.

Postupak kategorizacije sprovodi se na način koji je prethodno objašnjen. Posebno se naglašava izdvajanje neprihvatljivih ishoda (obavezna preventiva) za konkretan OTS. Dalji tok analize ide prema pojedinačnim krajnjim posledicama otkaza – incidenata za karakteristični OTS. Algoritmom se predviđa da se analiza otkaza koji po posledicama spadaju u IX kategoriju ne vrši već se za njih predviđaju samo postupci sanacije – korektive.

Pod projektom preventivnih akcija podrazumeva se analiza mogućnosti smanjenja rizika od nastanka neželjenih događaja ugradnjom redundantnih (dodatnih) elemenata, ugradnjom sredstava za dijagnostiku, kontrolu i alarmiranje, alternativnih vrsta rada, načina povećanja

Sl. 5 – Opšti algoritam primene preventive u fazi projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema

otpornosti na preopterećenja, što uključuje i predimenzioniranje, rešenja za smanjenje greške rukovalaca, otklanjanja mogućnosti kratkih spojeva, rešenja koja sprečavaju ili smanjuju mogućnost katastrofalnih otkaza, modularnost građe radi brze zamene, itd.

Cilj ovih akcija je dejstvo usmereno na umanjenje ili eliminaciju delovanja uzročnika otkaza. Kod organizacionih struktura dodatni elementi su, na primer, posebne funkcije (npr. kvaliteta), službe (protivpožarna, zaštite, itd.) ili radna mesta (kontrolori, čuvari...).

Mogućnosti dejstva na uzročnike otkaza često su ograničene (naročito kod reprojektovanja postojećih OTS), neuobičajene u praksi ili nedovoljne sa stanovišta smanjenja rizika otkaza. Zbog toga je u postupku projektovanja potrebno u način funkcionisanja OTS unapred primeniti operativne postupke – procedure funkcionisanja. To je, inače, veoma uobičajen način smanjenja rizika nastanka otkaza, pa mu zbog toga treba posvetiti posebnu pažnju. Da bi se rešavanje ovog problema dovelo do stadijuma direktne primenljivosti razvijen je algoritam prikazan na slici 6.

Ovaj algoritam treba posmatrati kao nerazdvojni deo prethodnog algoritma, s tim što je namenjen direktnoj primeni.

Algoritam je kreiran tako da se maksimalno skрати put ka izboru najboljih i najisplativijih rešenja u konkretnim slučajevima. Način izbora zasnovan je na teoriji projektovanja u tom domenu. Takođe, cilj primene algoritma jeste i da se maksimalno smanji broj slučajeva u kojima se moraju obavljati složeni proračuni učestanosti izvođenja pojedinih preventivnih radnji – postupaka.

Razvoj algoritma zasnovan je na situacionom pristupu i, u skladu s tim, nužno ga je primenjivati. U različitim konkretnim slučajevima, na primer, iste

kategorije ishodišta otkaza nemaju isti značaj, odnosno istu težinu, pa je konkretizacijom potrebno izraziti težište. Na primer, i skladište pogonskih sredstava i kamenolom su OTS sa visokim stepenom rizika pojave akcidenta. Međutim, požar kao akcident nema isti značaj u ova dva slučaja. Kada je u pitanju skladište pogonskih sredstava požar je u strogom centru pažnje, dok mu se u kamenolomu ne može pridati taj značaj.

Ukoliko se rizik pojave otkaza može smanjiti na prihvatljivu meru negom (čišćenje, podmazivanje, itd.) nadzorom, obukom ili pravilnim postupcima korisnika, onda je dovoljno projektovati i propisati te procedure – postupke. Ako postoje parametri čijim se merenjem može pratiti degradacija karakteristika elemenata OTS, radi iskorišćenja rezerve pouzdanosti i pravovremenog alarmiranja (delovanje „prema stanju“) i ukoliko se ta rešenja primenjuju u svetskoj praksi, problem se svodi na izbor dijagnostičkih metoda i propisivanje procedura.

Pojava otkaza može se prognozirati primenom matematičke statistike, praćenjem, zakonitostima tribologije, upoređivanjem sa sličnim slučajevima, ekspertskim ocenama, itd. U teoriji i praksi je dokazano da ako se otkazi kategorija VII i VIII mogu prognozirati, a intenzitet njihove pojave nije rastući u vremenu, onda se ne isplati projektovati preventivne postupke već se treba ograničiti samo na korektivnu. Za ostale otkaze potrebno je predvideti postupke i procedure preventivne zamene (elemenata koji otkazuju) ili nekog drugog načina otklanjanja.

U velikom broju slučajeva neželjena pojava otkaza može se preduprediti ili otkloniti periodičnim pregledima i merenjima, negom, nadzorom, obukom korisnika i održavalaca i pravilnom eksploatacijom. To je jeftin i efikasan način predu-

Sl. 6 – Algoritam projektovanja preventivnih procedura

predivanja pojave otkaza, pa ga treba koristiti uvek kada je to logično i isplativo. Ovi postupci su neophodni kada se radi o neprihvatljivim vrstama otkaza koji se ne mogu prognozirati, pa je najkorisnije tražiti rane znake pojave otkaza i (ili) eliminisati neispravne elemente iz procesa funkcionisanja pre početka njegovog odvijanja kako ne bi prouzrokovali veće štete. Takav način zaključivanja primenjen je u prikazanom algoritmu.

U postupak je bilo potrebno uključiti i razmatranje filozofije korišćenja pojedinih elemenata i celina OTS, sa stanovišta brzog tempa razvoja nauke i tehnologije u današnje vreme. Nemilosrdni uslovi konkurencije nameću brzu i stalnu zamenu i izmene na elementima OTS ukoliko se ne želi pogubno zaostajanje. Zbog toga se elementi OTS, posebno tehnološka oprema, zamenjuju čim se na tržištu pojave novi – efikasniji. U tom slučaju najčešće je besmisleno projektovati neke preventivne postupke i procedure, npr. generalni remont mašina.

Poslednji korak ovog algoritma sastoji se u opredeljenju za vrste prethodno

definisanih procedura, određivanje njihove dubine, obuhvata i učestanosti sprovođenja u toku životnog ciklusa elemenata. Ugrađenim postupcima eliminacije pojedinih mogućih rešenja, algoritam korisno svodi obim na veličinu pogodnu za primenu raznovrsnih matematičkih modela za optimizaciju dubine i učestanosti preventivnih postupaka [7].

Završetkom postupka projektovanja preventivnih procedura završava se rad na generisanju varijantnih rešenja pogodnih za rešavanje konkretnog problema. Sprovođenje opšteg algoritma ugradnje preventive u postupke projektovanja OTS, nastavlja se postupkom ocene. Ukoliko se radi o projektu radnji za preventivu otkaza iz kategorija VII i VIII, osnovni kriterijum za odlučivanje su troškovi, odnosno, ukoliko je preventiva skuplja od korektive ide se samo na projektovanje postupaka sanacije – korektive. Za otkaze kategorija I–VI kriterijum za odlučivanje je minimalni rizik. Načelna primena ovih kriterijuma prikazana je na slici 7. Za svaki konkretan slučaj nužno je uspostaviti konkretnu za-

visnost rizika od troškova. Na slici 7 prikazan je samo načelan oblik ove zavisnosti.

Oblik opšte funkcije odnosa rizika (verovatnoće) pojave otkaza i sredstava uložениh u njegovo sprečavanje – preventivu, ukazuje na to da posle izvesne količine uložениh sredstava u preventivu ne dolazi do bitnog smanjenja rizika, odnosno, da odnos uložениh sredstava i smanjenja rizika postaje neracionalan. Tačka posle koje prestaje isplativost ulaganja u smanjenje rizika predstavlja minimum rizika, odnosno kriterijum prihvatljivosti i nužni rizik sa kojim se mora računati kod otkaza kategorija I–VI. Za otkaze iz kategorija VII i VIII ta tačka predstavlja maksimum do kojeg se može ići sa ulaganjima u preventivu, odnosno ako su potrebna ulaganja veća – bolje je problem rešavati korektivnim akcijama. Za ove kategorije otkaza optimalne ili prihvatljive granične vrednosti ulaganja u preventivu obično su negde na levoj strani od navedene tačke, u zavisnosti od konkretnog slučaja i primenjenog matematičkog modela optimizacije.

Pre završetka algoritmovanog postupka potrebno je proveriti da li varijantna rešenja zadovoljavaju postavljene kriterijume i ograničenja. Ukoliko ih ne zadovoljavaju moraju se odbaciti. To je posebno problematično kod otkaza iz kategorija I–VI, kada troškovi predstavljaju projektno ograničenje, jer može doći do toga da se mora prihvatiti nužno rešenje koje nosi rizik pojave otkaza veći od poželjnog. Završetak postupka definisanog opštim algoritmom primene preventive u postupke projektovanja OTS predstavlja kraj analize svih predviđenih varijantnih rešenja. Zatim se prelazi na ugradnju preventivnih akcija i postupaka u projekat OTS. Najbolje varijantno reše-

nje preventive za konkretni OTS biće ono koje je ugrađeno u najbolju varijantu projektovanog OTS.

Zaključak

Situacioni pristup se pokazao kao nužna teoretska i praktična osnova projektovanja OTS, jer je potrebno uzeti u obzir konkretne moguće razlike među sistemima i situacijama u kojima deluju. I preventivni postupci pružaju ogroman broj mogućih primena. Sprovedena analiza potreba i mogućnosti preventive, uz kreiranje opšteg algoritma primene preventive u postupke projektovanja OTS predstavljaju rezultat ovog rada. Ovaj algoritam je dovoljno uopšten kako bi se mogao primeniti na široku gamu realnih situacija. U okviru njega algoritam projektovanja preventivnih procedura ima veći stepen konkretizacije i primenljivosti. Kategorizacija otkaza, takođe, predstavlja značajan doprinos ovog rada, jer ima veliku praktičnu primenljivost. Navedeni algoritmi omogućavaju projektantima OTS teoretsko sagledavanje mogućnosti, kriterijuma i trenutka primene pojedinih preventivnih rešenja a svoj konkretan oblik dobiće na konkretnom projektu.

Literatura:

- [1] Shingo Shigeo: Nova japanska proizvodna filozofija I i II, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, Beograd, 1985.
- [2] Cvijanović, J., Jovičić, V.: Organizacija preduzeća izloženih elementarnim katastrofama, Ekonomski institut, Beograd, 1996.
- [3] Todorović, J.: The Impact of Human Reliability on Automobile Quality, JUMV, Beograd, 1997.
- [4] Vukićević, S.: Skladišta, Preving, Beograd, 1996.
- [5] TPR 1767/92: Metodologije analiza vrsta posledica i kritičnosti otkaza, SSNO 1992.
- [6] Bulat, V.: Teorija organizacije, Informator, Zagreb, 1977.
- [7] Gertsbakh, I.B.: Models of Preventive Maintenance, North-Holland Publishing Company Amsterdam – New York – Oxford, 1977.