

# PREVENTIVNO INŽENJERSTVO - SISTEMSKO INŽENJERSTVO RIZIKA\*

*Dr Suzana Savić, red. prof.,  
Dr Miomir Stanković, red. prof.,  
Dr Branislav Anđelković, red. prof.,  
Fakultet zaštite na radu, Niš*

*U radu su analizirani savremeni koncepti i metodologije istraživanja i upravljanja kompleksnim sistemima. Date su karakteristike sistemskog i preventivnog inženjerstva kao sredstava za realizaciju politike upravljanja kvalitetom i rizikom. Posebno je analiziran sistem upravljanja rizikom i njegovo mesto u sistemu upravljanja kvalitetom. Na kraju su date osnove za integraciju sistema upravljanja i podrške pojedinim aspektima kvaliteta.*

*Ključne reči: preventivno inženjerstvo, upravljanje kvalitetom, upravljanje rizikom*

\* Rad je realizovan u okviru projekta Multimedijalna platforma za upravljanje vanrednim situacijama u tehnološkim sistemima (evidencioni broj ugovora TR-6237A) koji finansira Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije

## UVOD

Sistemi u našem okruženju (tehnički, biološki, ekonomski, društveni, ekološki) su sve kompleksniji. U kompleksnim sistemima je često prisutna neodređenost, kako u pogledu definisanja granica i ciljeva sistema, tako i u pogledu načina i uslova njihove primene, odnosno egzistencije. Odlučivanje u ovim sistemima je složenije, a posledice pogrešne odluke znatno ozbiljnije i skuplje. Značajne odluke su uvek praćene neizvesnošću koju donosi budućnost u kojoj će biti realizovane (Vujošević, 1999).

Istraživanje kompleksnih sistema u kojima je prisutna neodređenost, pa i neizvesnost parametara, nije moguće u okvirima klasičnih inženjerskih pristupa i metoda. Ono zahteva sveobuhvatno sagledavanje problema, prioriteta, interakcija, raspoloživih resursa, kao i ocenjivanje efekata i verifikaciju izabranih rešenja i/ili donetih odluka. Međutim, iako je poznato da rešavanje problema na nivou sistema daje veći efekat od usavršavanja pojedinih njegovih delova, danas postoji nesrazmerno više metoda i postupaka za rešavanje parcijalnih problema u sistemu. Primenljivih i konzistentnih metodologija za rešavanje problema na nivou sistema, koji sadrže i postupke za rešavanje parcijalnih problema, ima veoma malo (Stanojević, Mišković, 1997). Zbog toga je svako istraživanje na ovom polju, u cilju unapređenja postojećeg stanja itekako značajno.

Osnovni problem kompleksnih sistema jeste problem upravljanja kvalitetom, a u okviru njega problem upravljanja rizikom. Njihovo rešavanje

zahteva bitno novu koncepciju pristupa i metodologiju izučavanja, što se realizuje primenom sistemskog prilaza i systemske analize.

U radu su date osnovne karakteristike sistemskog inženjerstva kao integralnog prilaza realizaciji zahtevanog kvaliteta sistema i preventivnog inženjerstva kao podrške realizaciji zahtevanog kvaliteta i u uslovima mogućih realizacija rizičnih događaja. Razmatrani su sistemi upravljanja rizikom, a u cilju isticanja potrebe za njihovim međusobnim integrisanjem i implementacijom u sistem upravljanja kvalitetom.

## SISTEMSKI PRILAZ I SISTEMSKA ANALIZA

Sistemska prilaz predstavlja metodološki i konceptualni aparat za shvatanje i naučno uobličavanje problema celina koje nazivamo sistemima (Srića, 1981). Karakteristike sistemskog prilaza su (Balaban, Ristić, Đurković, 1996; Anđelković, 1998; Stanković, Savić, Anđelković, 2002):

- nadređenost celine elementima iz kojih je sastavljena (celina se ne može rastaviti na elemente, a da pri tome ne izgubi svoje bitne karakteristike);
- povezanost elemenata na osnovu uzajamnih interakcija i odnosa u procesu funkcionisanja celine (a ne obrnuto);
- interdisciplinarnost tj. istovremeno proučavanje elemenata, pojava i procesa u sistemu sa stanovišta različitih interaktivno povezanih naučnih disciplina, pri čemu se njihova povezanost ne ostvaruje samo na planu predmeta znanja, već i na planu konceptata i metoda, a pre svega na planu principa i aksioma;

- transdisciplinarnost tj. stvaranje nove aksiomatike za već formirane interdisciplinarne nauke.

Sistemska pristup ne treba shvatiti kao nauku, teoriju ili disciplinu već kao metodologiju zasnovanu na određenoj količini i organizaciji akumulisanog znanja.

Sistemska pristup je način razmišljanja i delovanja koji je omogućio da se sjedine tradicionalno odvojeni predmeti istraživanja, kao i tradicionalno razdvojene sfere čovekove aktivnosti. Tako je došlo do pojave novih naučnih disciplina kao što su: kibernetika, opšta teorija sistema, informatika, operaciona istraživanja, sistemska ekologija, sistemsko inženjerstvo. Opširnije o sistemskom pristupu videti u (Petrović, Dakić, 2002; Kendall and Kendall, 2005).

Izučavanjem sistema i njihovih zakonitosti bavi se opšta teorija sistema. Njen zadatak je da formuliše, razvije i primeni opšte zakonitosti ponašanja sistema u raznim naučnim područjima, kao i da obezbedi jedinstven skup pojmova, metoda i instrumenata za istraživanje i opis kompleksnih sistema.

Istraživanje kompleksnih sistema vrši se svođenjem sistema na nivo kompetentnog istraživača. To se postiže na dva načina (Černiček, 1996):

- izdvajanjem i istraživanjem samo bitnih karakteristika kompleksnog sistema;
- rastavljanjem kompleksnog sistema na delove koje je moguće neposredno istražiti.

Proces misaonog, teorijskog ili praktičnog rastavljanja sistema na delove, kao i njihovo istraživanje, čine osnovu klasične analize. Ovom analizom upoznaju se elementi, ali ne i celina. Stoga analiza predstavlja početnu fazu istraživanja. Na nju se nadovezuje sinteza, koja, povezivanjem analizom dobijenih rezultata, treba da dovede do novih saznanja o sistemu. Klasična sinteza daje dobre rezultate kada su elementi sistema aditivne prirode. Međutim, kada sistem ima bitno različite osobine i karakteristike od aditivnih osobina svojih elemenata, što je slučaj u kompleksnim sistemima, klasičnom analizom i sintezom se takav sistem ne može istražiti. Istraživanje ovakvih sistema neophodno je sprovesti u okvirima sistemske analize.

Sistemska analiza je opšta metodologija istraživanja sistema čiji je cilj da definiše probleme u sistemu i utvrdi načine i puteve njihovog rešavanja. Ova metodologija dovodi

do racionalnog sistemskog postupka postavljanja pitanja i davanja odgovora u vezi sa ciljem sistema, ograničenjima, raspoloživim resursima, funkcionalnim interakcijama, interakcijom sistema i okruženja. Istovremeno, ona ukazuje na informacije i podatke koje treba prikupiti, obraditi i upotrebiti radi upoznavanja karakteristika sistema ili poboljšanja njegovog funkcionisanja. Najzad, ona upućuje na metode ocenjivanja i verifikacije izabranih rešenja i/ili donetih odluka. Sistemska analiza moćno koristeći poznate tehnike i metode, uspeva da problem kvaliteta kompleksnih sistema zadovoljavajuće postavi i reši.

Sistemska analiza se ostvaruje kroz nekoliko osnovnih faza i funkcija. Faze sistemske analize su zaokružene svrsishodne radne celine u okviru postupka istraživanja. Postoji pet osnovnih faza sistemske analize:

- formulisanje problema istraživanja;
- utvrđivanje ciljeva;
- utvrđivanje ograničenja i formulisanje kriterijuma;
- definisanje sistema;
- ocena funkcionisanja sistema.

U okviru faza vrše se određene aktivnosti kojima se prikupljaju i koriste informacije o istraživanom sistemu. Ove aktivnosti predstavljaju funkcije sistemske analize. Osnovne funkcije sistemske analize su (Srića, 1981):

- formiranje modela;
- prikupljanje informacija;
- sinteza informacija pomoću modela.

Svaka faza sistemske analize se sprovodi u skladu sa unapred definisanim prilazom (modelom) na osnovu koga se prikupljaju odgovarajuće informacije i donosi zaključak kroz sintezu prikupljenih informacija, u okviru i pomoću definisanog modela.

Funkcije sistemske analize su međusobno povezane. Model bilo kog aspekta istraživanja sistema nema svoj puni smisao bez konkretnih informacija koje se u njega ugrađuju i odražavaju stvarno stanje istraživanog sistema. Isto tako, prikupljene informacije nemaju puni značaj ako se ne interpretiraju kroz usvojeni model.

## **SISTEMSKO INŽENJERSTVO**

Istraživanje kompleksnih sistema zasnovano na sistemskom prilazu i sistemskoj analizi uslovalo je pojavu sistemskog inženjerstva. Sistemsko inženjerstvo je integrisani prilaz realizaciji zah-

tevnog kvaliteta sistema, koji podrazumeva primenu metoda, tehnika i instrumenata systemske analize. Systemsko inženjerstvo obezbeđuje zahtevani kvalitet sistema tako što uzima u obzir iterativnost (redosled) i interaktivnost (međusobnu povezanost) svih faza životnog ciklusa sistema: planiranje i marketing, projektovanje (istraživanje, razvoj, ispitivanje, verifikacija), proizvodnju, primenu (korišćenje, eksploataciju) i odlaganje. Stoga se za systemsko inženjerstvo često koristi termin "inženjerstvo životnog ciklusa", ali i termini "simultano inženjerstvo" i "konkurentno inženjerstvo" (Papić, 1999).

Systemsko inženjerstvo uključuje tri generalna ciklusa:

- systemsko planiranje i marketing;
- systemsko projektovanje i proizvodnju;
- systemsku primenu i odlaganje.

Iz navedenog proizilazi da je systemsko inženjerstvo sredstvo za realizaciju politike upravljanja (menadžmenta) kvalitetom kompleksnih sistema. Opširnije o systemskom inženjerstvu videti u (Blanchard and Fabrycky, 2002; Petrović, Dakić, 2002).

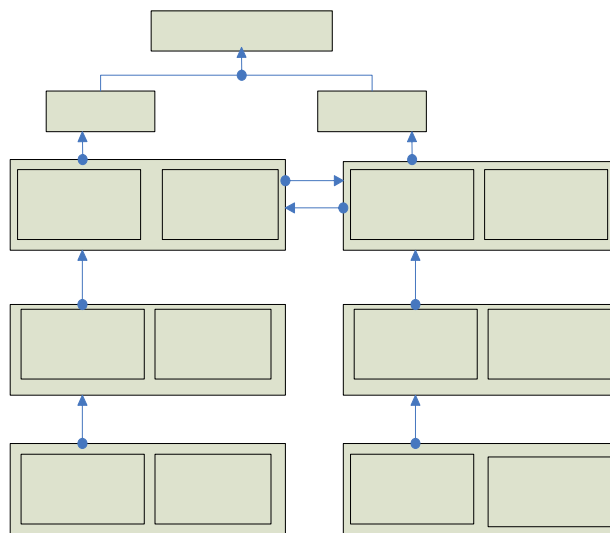
Termini upravljanje i menadžment se ravnopravno koriste u našoj naučnoj i stručnoj javnosti, s tim što je termin menadžment prisutniji kada se kompleksni sistem odnosi na organizaciju (organizacioni sistem), ili kada se želi da naglasi organizacioni aspekt upravljanja. Menadžment je proces planiranja i odlučivanja, organizovanja, rukovođenja i kontrole ljudskih, finansijskih, fizičkih i informacionih resursa organizacije radi ostvarenja njenih ciljeva na efikasan i efektivan način (Simić, 2000).

Prema JUS ISO 8402 kvalitet predstavlja ukupnost svih karakteristika nekog entiteta koje se odnose na mogućnost zadovoljenja utvrđenih ili indirektno izraženih potreba. U napomeni 3 navedene definicije potrebe se prevode u karakteristike primenom odgovarajućih kriterijuma. Potrebe mogu obuhvatati aspekte radnih karakteristika (performanse), upotrebljivost, sigurnost funkcionisanja (raspoloživost, pouzdanost i pogodnost održavanja), sigurnost, okolinu (zahteve društva), ekonomičnost i estetski izgled (Kostić, 1993, 1995). JUS ISO 9000:2000 definiše kvalitet kao poželjno svojstvo skupa inferentnih karakteristika proizvoda, sistema ili procesa da može da ispuni zahteve kupaca i ostalih zainteresovanih strana (Simić, 2000). Kvalitet entiteta (proizvoda, procesa, kompleksnog sistema) prema navede-

nim standardima podrazumeva kompleks karakteristika koje zahtevaju korisnici ali i šira društvena zajednica (bezbednost i zaštita zdravlja, zaštita životne sredine).

U systemskom inženjerstvu se i upravljanje tretira kao sistem. Upravljanje se, kao sistem, ostvaruje kroz strukturu i ponašanje.

Skup elemenata upravljanja i njihovih međusobnih veza čini strukturu sistema upravljanja. Osnovne karakteristike strukture su uređenost i organizovanost. Uređenost je odraz odnosa među elementima i vezama sistema uspostavljenih pri njegovom formiranju i funkcionisanju. Organizovanost, pored uređenosti podrazumeva i specifične odnose i uloge elemenata sa gledišta njihovih doprinosa ciljevima i funkcionisanju celine. Funkcija cilja definiše cilj sistema upravljanja i nosilac je njegovog ponašanja. Struktura sistema upravljanja je određena funkcijom cilja i procesima koji doprinose ostvarenju cilja ili ostvaruju uslove za njihovu realizaciju. Naime, funkcija cilja se ostvaruje interakcijom procesa upravljanja, a ovi interakcijom aktivnosti elemenata upravljanja, slika 1.



Slika 1. Interakcije elemenata i nosilaca ponašanja (Savić, Stanković, Kitić, 2003)

Cilj sistema upravljanja se može ostvariti kroz realizaciju određenih podciljeva, odnosno mera. Mere predstavljaju podređene ciljeve (podciljeve) koji omogućavaju postizanje nadređenih ciljeva. To znači da svi ciljevi (podciljevi) nisu istog značaja, odnosno da među njima postoji određena hijerarhija. Zbog toga se nijedan cilj (podcilj) posmatran sam za sebe ne može potpuno i pravilno shvatiti bez poznavanja hijerarhije ciljeva kojoj pripada (Gereke, 1995).

Ukoliko se cilj sistema upravljanja može dekomponovati na podciljeve, tada se mogu identifikovati i delovi sistema (elementi, aktivnosti, procesi, funkcije) kojima se ti podciljevi ostvaruju. U tom slučaju se može govoriti o dualnoj prirodi procesa i funkcija jer oni realizuju njima pridružene podciljeve (mere), a istovremeno su upravljani višim ciljevima.

Najviši nivo dekompozicije sistema upravljanja kvalitetom je njegova podela na:

- planiranje upravljanja
- operativno upravljanje.

Sa metodološke tačke gledišta, planiranje upravljanja pretpostavlja sistemski prilaz, odnosno identifikaciju ciljeva i prioriteta u primeni i razvoju sistema, utvrđivanje raspoloživih resursa, rangiranje i kvantifikaciju zahteva, formulisanje kriterijuma i ograničenja, definisanje programa i mera za ostvarivanje ciljeva (Srđević, Radović, 1997). Rezultat planiranja je plan upravljanja.

Na nivou operativnog upravljanja, osnovne upravljačke strategije su poznate, već definisane na nivou planiranja upravljanja. Na ovom nivou se definišu operativna pravila upravljanja, kontrolišu i ocenjuju njihovi efekti u realnom vremenu. Operativno upravljanje zahteva bitno različite pristupe, tehnike i alate u odnosu na planiranje upravljanja. Donošenje operativnih odluka podrazumeva postojanje odgovarajuće informatičke infrastrukture i primenu određenih segmenata informacionih tehnologija. Ako je strategija sistema poznata, operativne odluke se zasnivaju na simulaciji upravljačkih akcija i utvrđivanju stepena saglasnosti sa globalnim strategijama (Srđević, Radović, 1997).

### **SISTEMSKO INŽENJERSTVO RIZIKA**

U sistemskom inženjerstvu zahtevani kvalitet sistema predstavlja željeni ishod funkcionisanja sistema (željeno stanje i/ili ponašanje), dok se nepreferentna odstupanja kvaliteta tretiraju kao gubitak, odnosno šteta. Gubitak može biti narušavanje performansi sistema, ugrožavanje materijalnih dobara, bezbednosti i zdravlja ljudi, narušavanja ekološke ravnoteže, nekvalitetan, skup ili na vreme neisporučen proizvod itd. Mera gubitaka može biti izražena u novčanim jedinicama ili može biti neimenovan broj. Događaj koji izaziva gubitak je rizični događaj i on je moguća posledica stanja rizika sistema. Prema tome, rizik je stanje u kome postoji verovatnoća pojave nepreferentne promene

zahtevanog kvaliteta sistema (Kuljba, Stanković, Savić, 1999).

Međutim, u praksi se termin rizik najčešće koristi za očekivanu vrednost rizika koja predstavlja proizvod verovatnoće rizičnog događaja i mere gubitka (njime izazvane nepreferentne promene kvaliteta sistema).

Ukoliko dobijena kvantitativna vrednost se koristi da okarakteriše ili izmeri rizik, odnosno kao mera rizika. Međutim ona ne daje uvid u posmatranu rizičnu situaciju u smislu da li se radi o situaciji veoma male verovatnoće veoma velikog gubitka ili o situaciji veoma velike verovatnoće veoma malog gubitka. Ona, takođe, ne uzima u obzir aspekt vremena. Naime, posledica mora biti povezana sa njenim razvojem u toku vremena. S druge strane, često ne postoji precizno znanje o verovatnoći pojave različitih rizičnih događaja i/ili o vrednovanju uticaja (efekata) ovih događaja. Kao rezultat, teško je odrediti precizne konture hipotetičke krive koja bi mogla odvojiti različite rizične kategorije (Sage, 1995).

Sistemsko shvatanje rizika zahteva nov pristup tretiranju problema rizika sistema kao neodvojivog aspekta upravljanja kvalitetom. Razlozi posebnog istraživanja ovog aspekta upravljanja nalaze se u prisutnoj tendenciji rasta materijalnih, energetskih i ekonomskih potencijala proizvodnih sistema, kao i u porastu razmera i efekata potencijalnih rizičnih događaja, a koji se ogledaju u (Белов, 1996):

- proširivanju polja dejstva faktora opasnosti;
- porastu broja potencijalno ugroženih ljudi i materijalnih resursa;
- porastu težine povređivanja i veličine razaranja;
- povećanju teritorije mogućeg narušavanja ekološke ravnoteže;
- povećanom obimu neophodnih resursa za prevenciju i sanaciju rizičnih događaja.

Potreba za planiranjem i smanjivanjem rizika dovela je do pojave sistemskog inženjerstva rizika, odnosno preventivnog inženjerstva.

Preventivno inženjerstvo obuhvata skup metoda, tehnika i instrumenata kojima se primenom sistemskog prilaza i sistemске analize: identifikuje, analizira i procenjuje rizik; utvrđuju, primenjuju i ocenjuju mere zaštite sa stanovišta njihovog doprinosa smanjivanju rizika i kontroliše realizacija utvrđenih zaštitnih mera i postupaka (Vujović, 1997). Preventivno

inženjerstvo koristi sistemsku analizu rizika u cilju boljeg upravljanja rizikom.

Rizik se može klasifikovati prema različitim kriterijumima.

Prema činiocima koji izazivaju rizik postoje:

- biološki rizici, uzrokovani živim organizmima (bakterije, paraziti ili virusi) koji su prisutni u sirovinama ili uneti tokom njihove prerade, a koji mogu štetno uticati na željeni kvalitet proizvoda;

- hemijski rizici, koji mogu biti rezultat kontaminacije sirovina ili hemijskog tretmana tokom proizvodnje;

- fizički rizici, koji potiču od fizičkih komponenti (temperatura, pritisak, električna energija, buka) koje mogu uzrokovati bolest, povredu ili udes.

Prema stepenu identifikacije rizici mogu biti:

- specifični rizici, koji se mogu identifikovati i čiji se obim može utvrditi;

- integralni rizici, koji uključuju veći broj specifičnih rizika, i čiji obim nije moguće tačno utvrditi.

Prema dinamici razvoja postoje:

- udesni rizici, koji se brzo razvijaju i ako se ne preduzmu određene mere oni progresivno postaju sve gori;

- kumulativni rizici, koji se sporo razvijaju i tokom kojih se promene postepeno akumuliraju.

Prema načinu donošenja odluka za preuzimanje rizika postoje:

- dobrovoljno preuzeti rizici, koji su obazrivo i promišljeno preuzeti na određenom individualnom nivou;

- nametnuti rizici, koji se nalaze izvan kontrole pojedinca i koji su rezultat tzv. "tvrdoglave" odluke (reagovanje pojedinca na nametnuti rizik je ograničeno).

Prema mogućnostima upravljanja rizikom postoje:

- neupravljivi (programski, osnovni) rizici, koji se javljaju usled događaja koji su izvan formalne kontrole procesa upravljanja, a uzrokovani su unutrašnjim faktorima ili faktorima okruženja;

- upravljivi rizici, kojima je moguće upravljati, i u koje spadaju:

- tehnološki rizici,
- rizici podrške,
- rizici performansi proizvoda,
- rizici bezbednosti i zaštite zdravlja,
- ekološki rizici,
- finansijski rizici.

Programski rizik je osnovni pokretač rizika. On utiče na tehnološki rizik i rizik podrške, a oni direktno na rizike performansi, bezbednosti i zaštite zdravlja, na ekološke i finansijske rizike. Svakako da postoji i povremeni povratni uticaj između ovih rizika. Ovako uslovljeni rizici se često nazivaju "vezani rizici".

### **UPRAVLJANJE RIZIKOM - OSNOVA PREVENTIVNOG INŽENJERSTVA**

Upravljanje rizikom je aspekt upravljanja kvalitetom koji ima podržavajuću ulogu u ostvarivanju zahtevanog kvaliteta sistema. Osnovni cilj upravljanja kvalitetom je takva implementacija strateškog plana upravljanja koja obezbeđuje zahtevani kvalitet sistema, dok je cilj upravljanja rizikom zadržavanje kvaliteta sistema i u slučaju mogućih realizacija rizičnih događaja. Upravljanje rizikom treba da obezbedi kontinualnu egzistenciju sistema (Vauglan, 1997).

Pristupi upravljanju rizikom mogu biti (Sage, 1995):

- pristup prihvatanja rizika, u kome se ne uzima u obzir mogućnost da se stvari ne moraju dogoditi onako kako je planirano;

- pristup retroaktivnog upravljanja rizikom, koji podrazumeva pokušaje smanjenja posledica nakon realizacije rizičnog događaja,

- pristup interaktivnog upravljanja rizikom, u kome se za svaku fazu životnog ciklusa sistema unapred preduzimaju mere da do rizika ne dođe;

- pristup planskog upravljanja rizikom koji zahteva planiranje i predviđanje mogućnosti pojave rizika, a zatim usvajanje onih aktivnosti kojima se, na najbolji način, kontroliše mogući rizik.

Jasno je da upravljanju rizikom treba pristupiti sa tačke gledišta planskog upravljanja rizikom. Interaktivni pristup ima svoju vrednost ali on ne može da predvidi i spreči sve rizike. U izuzetnim prilikama javiće se rizične situacije iako su i planski i interaktivni pristupi primenjeni. To pokazuje da postoji potreba i za retroaktivnim upravljanjem, ali ono mora biti podržano planskim i interaktivnim upravljanjem. Retroaktivni pristup podrazumeva upravljanje štetom. Ne postoji nijedan argument koji bi opravdao pristup prihvatanja rizika.

Upravljanje rizikom je sveobuhvatni proces podrške odlučivanju u upravljanju kvalitetom, implementiran kao program, integrisan kroz definisane uloge i odgovornosti u regulativu, održavanje, inženjering i menadžment kvaliteta.

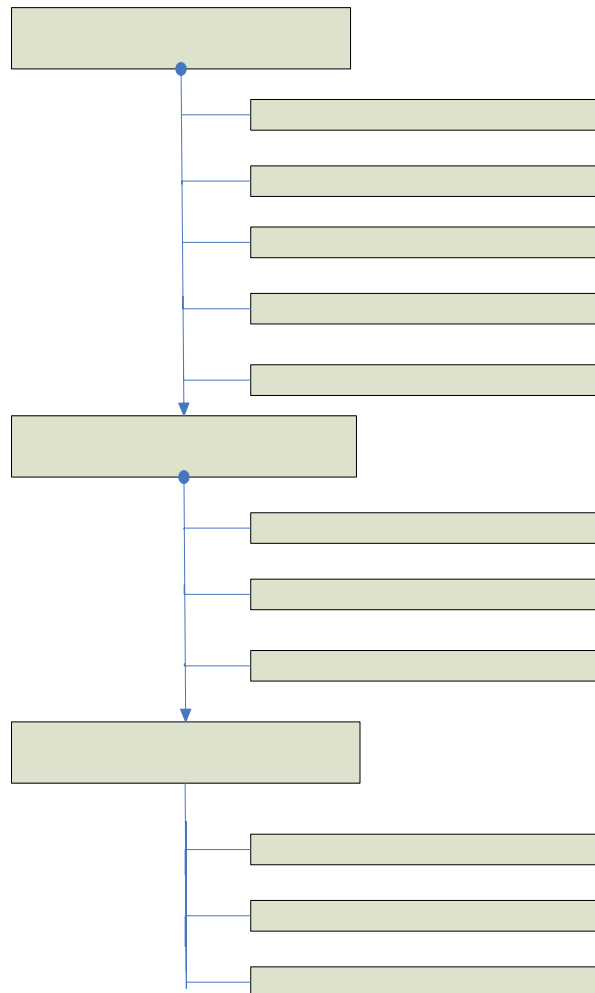
Upravljanje rizikom:

- proizvodi, strukturira i predstavlja najbolje raspoložive informacije o riziku u cilju podrške i olakšavanja kvalitetnijeg odlučivanja;
- omogućava bolju komunikaciju između upravljačkih odluka i osnova za njihovo donošenje;
- uključuje identifikaciju, analizu i interpretaciju rizika; identifikaciju, analizu i selekciju alternativnih mera za kontrolu rizika; i odgovarajuću procenu performansi;
- kontinualno prati sve parametre procesa podložne promenama i na osnovu informacija povratne veze vrši ažuriranje inicijalnih izlaza elemenata procesa, a u sklopu celokupnog procesa odlučivanja;
- podrazumeva verovatnoće i posledice incidenata (rizičnih događaja);
- ispituje ceo spektar rizika od relativno učestalih događaja sa malim posledicama, do vrlo malo verovatnih incidenata koji mogu naneti znatnu štetu;
- identifikuje i procenjuje relativne doprinose aktivnosti za redukciju verovatnoće rizičnih događaja, kao i aktivnosti za ublažavanje posledica ako se oni materijalizuju;
- olakšava komunikaciju između sistema i javnosti (društva) u pogledu prirode rizika i racionalne baze za odlučivanje po pitanju upravljanja datim rizicima;
- povećava, integriše i ističe vrednost informacija koje se tiču bezbednosti;
- prati ceo životni ciklus sistema uzimajući u obzir međuzavisnost svih faza.

Programi za upravljanje rizikom su strukturirani, ali fleksibilni, omogućavaju razvoj specijalizovanih pristupa za specifične rizične situacije, ohrabruju inovacije i podržavaju kontinualno poboljšanje sistema.

Program za upravljanje rizikom sadrži dve grupe elemenata: programske i procesne.

Programski elementi su oni delovi sveobuhvatne programske infrastrukture koji obezbeđuju razvoj i primenu upravljanja rizikom kao integralnog dela upravljanja kvalitetom. To su: administracija, komunikacija, dokumentacija, evaluacija i poboljšanje. Procesni elementi programa su tehnički i analitički delovi programa upravljanja rizikom neophodni za ocenu rizika, alociranje resursa za kontrolu rizika, praćenje performansi i primenu informacija za poboljšanje procesa (,1999). Procesni elementi programa za upravljanje rizikom prikazani su na slici 2.

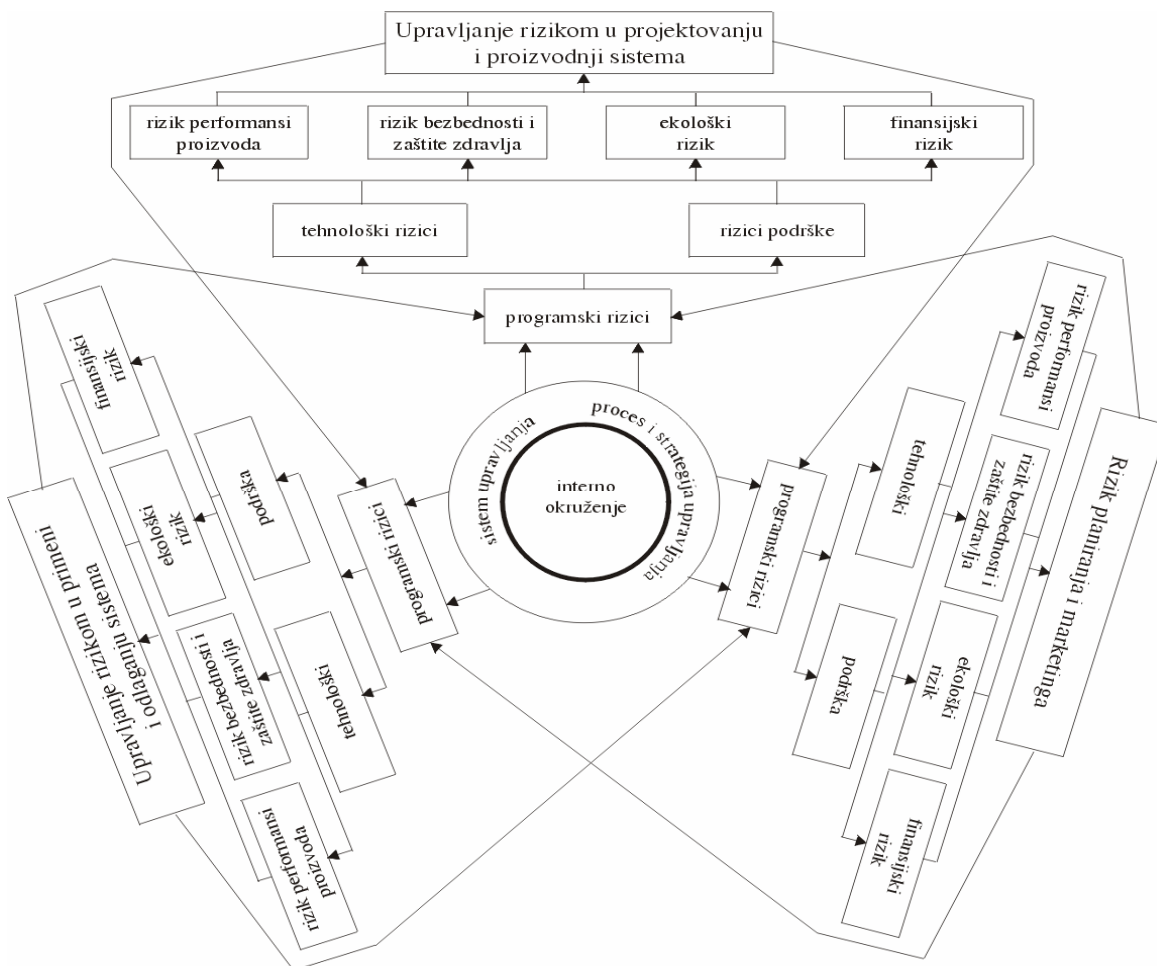


Slika 2. Procesni elementi programa za upravljanje rizikom (,1999)

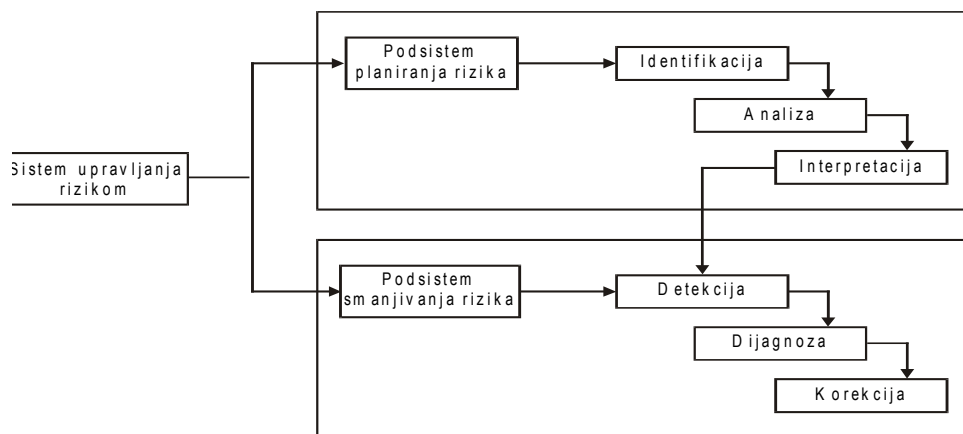
Posmatrajući upravljanje rizikom u okviru pojedinih ciklusa sistemskog inženjerstva (definisanih u delu 3 ovog rada) kao aspekte upravljanja rizikom, može se zaključiti da su u svakom aspektu upravljanja prisutni isti tipovi rizika: programski, tehnološki, rizici podrške, rizici performansi proizvoda, rizici bezbednosti i zaštite zdravlja, ekološki rizici, finansijski rizici.

Slika 3, formirana na osnovu rada (Sage, 1995), ilustruje interakcije između različitih aspekata upravljanja rizikom.

Ukoliko je kontrola rizika dobro planirana i realizovana za svaki aspekt, ne bi trebalo da se jave unutrašnji uzroci rizika. Međutim rizici okruženja postoje i oni mogu dovesti do programskih-osnovnih rizika sistema. Zbog toga se rizikom ne može potpuno upravljati, odnosno rizik se ne može eliminisati. Opširnije o upravljanju rizikom videti u literaturi (Stanković, Savić, Anđelković, 1990; 2000; Anđelković, Stanković, 1998; ,1998).



Slika 3. Interakcije između aspekata upravljanja rizikom



Slika 4. Dekompozicija sistema upravljanja rizikom (Sage, 1995)

### SISTEM UPRAVLJANJA RIZIKOM

Sistemi upravljanja rizikom su sistemi upravljanja čiji je cilj planiranje, kontrola i redukcija rizika.

Raznovrsnost i složenost zadataka koji se javljaju pri nastanku i razvoju rizičnog događaja, kao i neophodnost njihovog brzog rešavanja,

zahteva dekompoziciju sistema upravljanja rizikom na niz međusobno koordinisanih pod-sistema. Pri tome je neophodno obezbediti optimalnost dekompozicije u smislu zadovoljenja cilja sistema.

Dekompozicija cilja sistema upravljanja rizikom je moguća, s obzirom da svi parametri sistema ne ulaze u svaki kriterijum. Osim toga, para-

metri i njima odgovarajući kriterijumi mogu se, najpre, posmatrati generalizovano, a zatim detaljnije. Dekompozicija opšteg cilja upravljanja rizikom se sastoji u određivanju podciljeva i zadataka koordinacije. Ona se smatra konačnom kada se dobije takva struktura donošenja odluka u kojoj svaki lokalni cilj (podcilj) ima sopstveni algoritam odlučivanja i zadovoljava date kriterijume.

U sistemu upravljanja rizikom najčešće se koristi dekompozicija po fazama upravljanja. Dekompozicija podrazumeva podelu upravljanja na planiranje rizika (strateško planiranje) i smanjivanje rizika (operativno upravljanje rizikom). Struktura ovih podsistema određena je ciljevima i kriterijumima upravljanja i ograničenjima, dok se ciljevi podsistema ostvaruju kroz funkcije prikazane na slici 4.

U programu planiranja rizika identifikuju se, analiziraju i tumače potencijalni rizični događaji i formiraju scenariji razvoja identifikovanih događaja.

Planiranje rizika, shodno planiranju upravljanja, podrazumeva sistemski pristup, odnosno formiranje sistema ciljeva upravljanja, skupa podciljeva, kompleksa mera neophodnih za njihovo ostvarivanje, kriterijuma kvaliteta, kao i definisanje ograničenja koja se javljaju pri sintezi optimalnog strateškog plana realizacije definisanog kompleksa mera.

Sistem ciljeva se formira u vidu stabla ciljeva na osnovu podataka iz scenarija razvoja rizičnog događaja, koji uključuje: najverovatnije puteve razvoja rizičnog događaja, razvoj koji vodi najvećim gubicima i procenu očekivanih gubitaka.

S obzirom na specifičnosti funkcionisanja sistema upravljanja rizikom (Архипова, Кульба, 1998; Kuljba, Stanković, Savić, 1999) neophodno je formirati sledeće preventivne strateške planove (Косяченко и др., 1998):

- plan koji se sprovodi u stacionarnom režimu rada sistema upravljanja;
- plan koji se realizuje u režimu povećane gotovosti;
- plan koji se koristi kao polazna varijanta u režimu rizika.

Plan koji se realizuje u stacionarnom režimu najčešće se formira kao dugoročni plan, odnosno program koji sadrži kompleks mera i rokove za realizaciju zadataka, lica ili organizacije odgovorne za njihovo sprovođenje i neophodne resurse. Preventivni strateški plan koji se realizuje u režimu povećane gotovosti formira

se u stacionarnom režimu rada sistema upravljanja rizikom i sadrži:

- plan za izmenu režima funkcionisanja potencijalno rizičnih objekata;
- plan za povećanje stanja pripravnosti snaga i sredstava za sprovođenje spasilačkih i drugih neodložnih poslova;
- plan za povećanje stanja pripravnosti materijalno-tehničkih resursa.

Na osnovu ovih planova i informacija o mogućoj pojavi i najverovatnijem razvoju konkretnog rizičnog događaja, formiraju se operativni planovi mera u režimu povećane gotovosti.

Preventivni strateški plan za režim rizika formira se na osnovu bazičnih scenarija razvoja rizičnih događaja i sadrži kompleks mera kojima se ublažava ili sprečava pretpostavljeni razvoj rizičnog događaja. Ovaj plan predstavlja odgovor na konkretan rizični događaj i podlozan je operativnim korekcijama shodno realnom razvoju rizičnog događaja. Opširnije o sadržini navedenih planova videti u (Архипова, Кульба, 1998).

Kvalitet procesa izbora, realizacije i korekcije operativnih rešenja zavisi od umeća rukovodstva da raspoložive snage adekvatno iskoristi za eliminisanje uzroka rizičnih događaja i njihovih posledica.

Izbor operativnih rešenja u uslovima pojave i razvoja rizičnog događaja je stvaralački i odgovoran zadatak. Njegova suština je, da u skladu sa postavljenim ciljem, bazičnim planovima i tekućim okolnostima, definiše opšti plan operacija za saniranje rizičnog događaja, konkretne mere za njegovu realizaciju, redosled dejstva snaga i sredstava pri njihovoj realizaciji i neophodnu podršku. Operativna rešenja donosi rukovodilac i on ima personalnu odgovornost. Operativna upravljačka rešenja treba da budu pravovremena, argumentovana, jednoznačna i obavezujuća. Prilikom izbora upravljačkog rešenja prisutne su sledeće protivurečnosti:

- složenost ocene situacije i izbora rešenja, a praktično nepostojanje vremenskih resursa za izbor i realizaciju upravljačkih odluka;
- sve veća specijalizacija za donošenje odluka na nivou operativnih zona i neophodnost systemske integracije na nivou rukovodstva;
- potreba centralizacije upravljanja zbog koordinacije poslova i decentralizacije upravljanja koja garantuje stabilnost, operativnost i inicijativu rukovodstva na nivou operativnih zona;



- zasnovanost donetih odluka i operativnost upravljanja.

Razrešenje navedenih protivurečnosti je osnovni cilj usavršavanja sistema operativnog upravljanja u uslovima rizičnih situacija.

Osnovna svojstva kvaliteta sistema operativnog upravljanja su: efektivnost, rezultativnost i operativnost (Косяченко и др., 1998). Efektivnost je strateški pokazatelj kvaliteta kojim se ocenjuje postizanje cilja sistema. Rezultativnost je operativni pokazatelj kojim se ocenjuje izvršavanje poslova. Operativnost je sposobnost sistema upravljanja da pravovremeno rešava zadatke upravljanja saglasno cilju sistema i ograničenjima.

Kvalitet sistema upravljanja rizikom zavisi od principa i načina dekompozicije sistema, segmentacije razvoja rizičnog događaja, organizacije funkcija upravljanja, usklađivanja lokalnih ciljeva, mogućnosti eliminisanja posledica rizičnog događaja postojećim resursima. Prikupljanje i raspodela resursa vrši se nezavisno od mogućnosti i dinamike razvoja konkretnog rizičnog događaja. Dakle, uporedo sa rešavanjem neodložnih operativnih zadataka, sistem upravljanja realizuje funkcije strateškog planiranja i upravljanja. Neophodnost izrade dugoročne strategije prevencije i sanacije posledica rizičnog događaja predstavlja suštinski nov zadatak u sistemima upravljanja i zahteva novu organizaciju upravljanja. Pojava i razvoj rizičnog događaja su, često, uslovljeni nepredvidivim i neočekivanim okolnostima i ne mogu se analizirati i rešavati na osnovu prethodnog iskustva.

Da bi sistem upravljanja rizikom kvalitetno reagovao na neočekivane promene uslova okruženja, njegova struktura mora da zadovoljava principe elastičnosti i adaptivnosti.

Organizacioni mehanizmi u sistemima upravljanja rizikom moraju biti u stanju da prepoznaju nove probleme, donose i realizuju nova rešenja (odluke), obezbede mogućnost maksimalne koncentracije resursa, objedine postojeće rezerve i mobilišu snage da za najkraće vreme saniraju posledice rizičnog događaja. U okviru strukture sistema upravljanja treba realizovati dva međusobno isključujuća principa:

- princip individualnog upravljanja (jedinstva ovlašćenja i odgovornosti) i
- princip raspodele ovlašćenja i odgovornosti.

Rukovodioci u sistemu imaju personalnu odgovornost za stanje sistema, ali istovremeno koordinišu svoj rad sa rukovodiocima različitih nivoa realizujući princip raspodele odgovornosti. Po pravilu, obaveze strateškog upravljanja rizikom preuzima grupa rukovodilaca viših nivoa upravljanja, koja raspolaže ovlašćenjima i resursima za brzu operativnu realizaciju izabrane strategije upravljanja. Međutim, konkretna operativna realizacija dozvoljava upotrebu operativnih mera prilagođenih razvoju rizičnog događaja. Ova mogućnost izbora operativnih mera različitih od mera strategije neposredne reakcije na konkretan rizični događaj, čini suštinu principa elastičnosti.

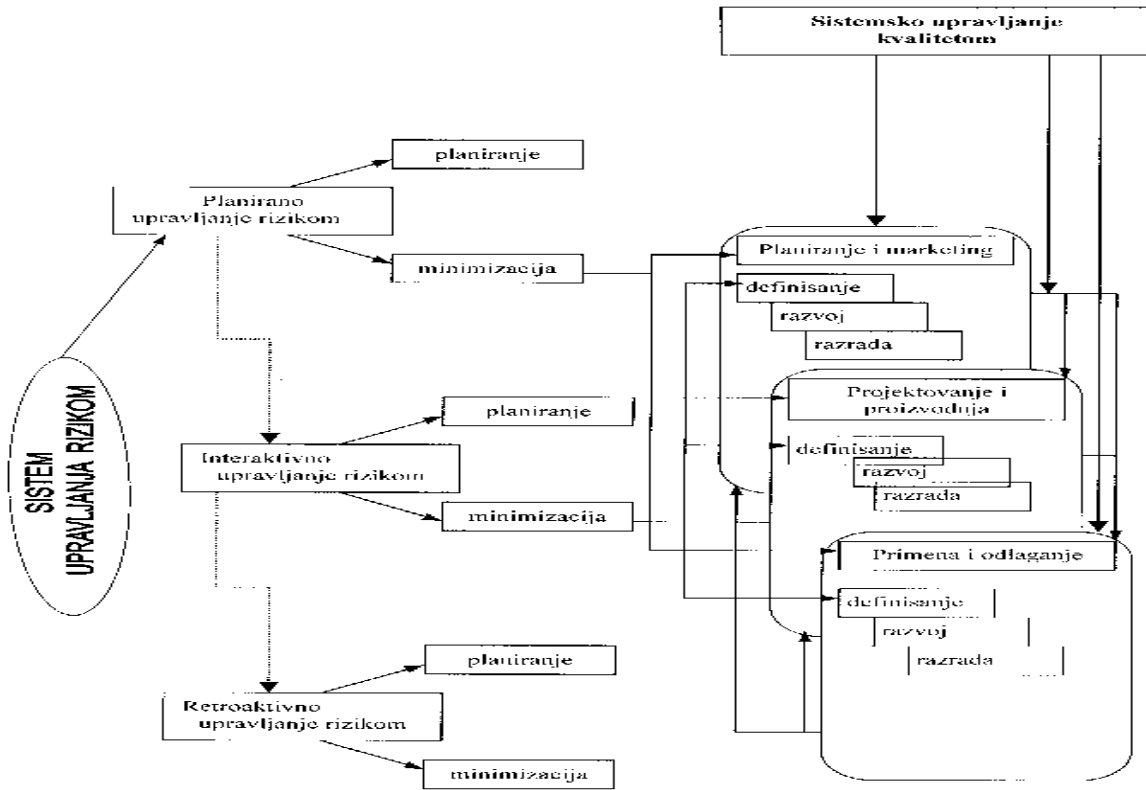
Princip adaptivnosti se realizuje kroz polistrukturnu organizaciju sistema upravljanja rizikom. Za razliku od klasičnih sistema upravljanja u kojima se proces upravljanja odvija kroz jednu konstantnu, nepromenljivu strukturu, sistem upravljanja rizikom ima mogućnost promene strukture saglasno trenutnom razvoju rizičnog događaja. Pritom je polistruktura karakteristična za organizacionu strukturu sistema upravljanja, dok se upravljanje postojećim objektima u uslovima razvoja rizičnih događaja odvija, uglavnom, u okvirima klasičnih struktura.

### **SISTEMI UPRAVLJANJA KVALITETOM I RIZIKOM - JEZGRO INTEGRISANIH SISTEMA UPRAVLJANJA**

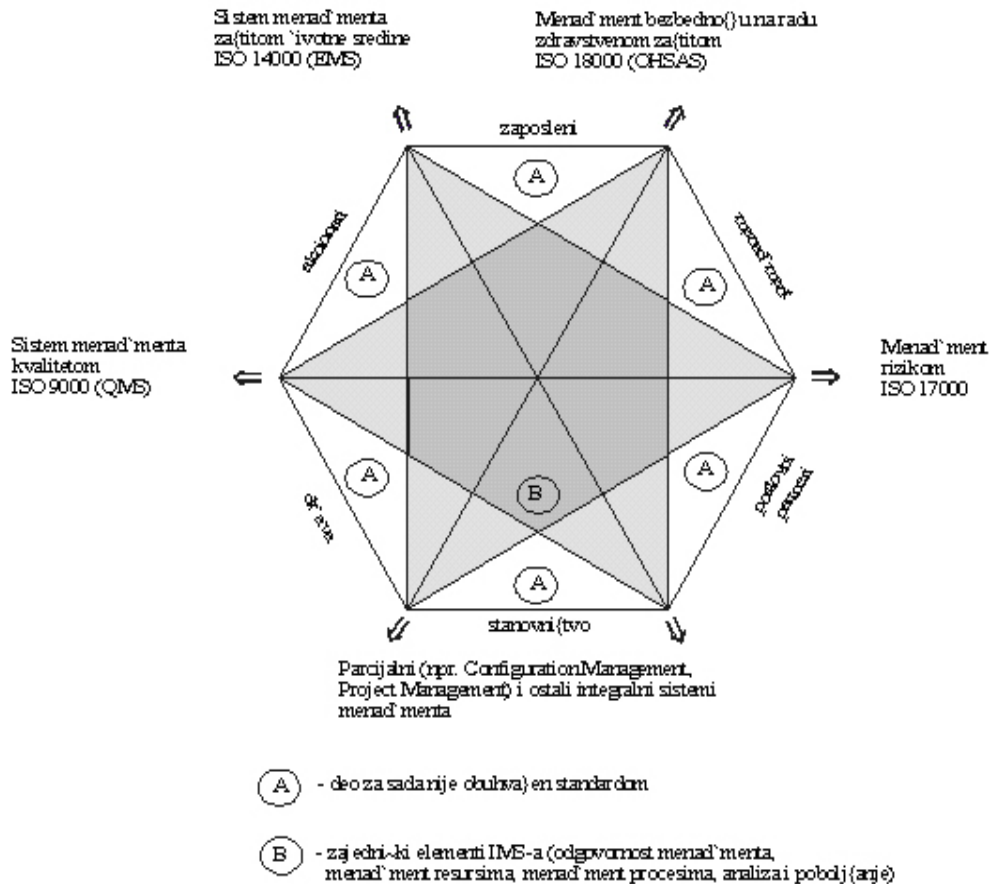
Upravljanje rizikom je takav pristup upravljanju koji je zasnovan na identifikaciji i kontroli onih oblasti i događaja u okviru sistemskog inženjerstva, koji su potencijalni izazivači neželjenih promena u sistemu. Stoga se upravljanje rizikom uključuje u sva tri generalna ciklusa sistemskog inženjerstva.

S obzirom da pomenuti ciklusi sistemskog inženjerstva sadrže sve faze životnog ciklusa sistema, i da se u svakoj od njih mogu javiti neuspesi i krizne situacije, upravljanje rizikom je uključeno u svaku fazu životnog ciklusa sistema. Slika 5, formirana na osnovu rada (Sage, 1995), ilustruje mesto i značaj upravljanja rizikom u okviru upravljanja kvalitetom, pri čemu su korišćena tri pristupa upravljanju rizikom: planirano, interaktivno i retroaktivno upravljanje.

Rezultati planskog upravljanja rizikom se primenjuju u cilju predviđanja problema na nivou planiranja za svaki ciklus. Pristup interaktivnog upravljanja rizikom se primenjuje u svakoj fazi svih ciklusa.



Slika 5. Integracija sistema upravljanja rizikom i sistema upravljanja kvalitetom



Slika 6. Ilustracija integrisanja sistema upravljanja (Arsovski, 2001)

Na slici 5 nisu prikazani uticaji retroaktivnog upravljanja na rezultate ciklusa upravljanja kvalitetom, jer je retroaktivno upravljanje u suštini, kontrola gubitaka. Kontrola gubitaka je bolja od nepostojanja kontrole, mada je bolje predvideti potencijalne probleme i preduzeti mere da se oni spreče, nego reagovati na njih kada se pojave. Ovo ukazuje da je upravljanje rizikom jedan od osnovnih elemenata sveukupnog upravljanja kvalitetom.

Upravljanje kvalitetom podrazumeva ostvarivanje ciljeva u oblasti kvaliteta, odnosno smanjivanje rizika sistema.

Aspekti kvaliteta sistema mogu biti: kvalitet proizvoda, kvalitet bezbednosti i zaštite na radu, kvalitet zaštite životne sredine. Za ove aspekte kvaliteta sistema, kao parcijalni odgovori pojavili su se sistemi upravljanja kvalitetom (ISO 9000:2000), upravljanja zaštitom životne sredine (ISO 14000), upravljanja bezbednošću i zaštitom zdravlja na radu (ISO 18000). Takođe je promovisan i sistem upravljanja rizikom (ISO 17000).

Između ovih sistema mogu se uspostaviti određene relacije i na taj način izvršiti njihovu integraciju vodeći računa i o specifičnostima svakog pojedinačnog sistema (Arsovski, 2001; Krivokapić, Vukčević, 2001) Integracija sistema obuhvata tri faze:

- dekompoziciju svih sistema koje treba integrisati;
- izdvajanje zajedničkih elemenata integracije;
- integraciju dekomponovanih sistema.

Zajednički elementi navedenih sistema su:

- iste interesne grupe (zaposleni, rukovodstvo, poslovni partneri, stanovništvo, država, akcionari);
- isti procesi u organizaciji i okruženju;
- slične metode i tehnike, teorije i praksa upravljanja;
- slični koncepti upravljanja procesima;
- slični koncepti upravljanja resursima;
- isti koncepti merenja, analize i unapređenja;
- ista odgovornost rukovodstva;
- ista vizija, misija i poslovna politika organizacije.

Na osnovu navedenih zajedničkih elemenata moguća je integracija i drugih sistema upravljanja, kako je to prikazano na slici 6.

Integrirani sistem upravljanja predstavlja viši nivo organizacije sistema i novi kvalitet u odnosu na pojedine sisteme čijom integracijom je nestao. Okvir za njihovu integraciju i inter-

aktivno delovanje predstavlja "kvalitet shvaćen kao pragmatična sistemska disciplina" (Kostić, 1999), ali i rizik kao neizbežni pratilac svih antropogenih sistema.

## UMESTO ZAKLJUČKA

Osnovni alati upravljanja rizikom su kontrola i finansiranje rizika. Kontrola rizika uključuje tehnike izbegavanja (neprihvatanja) i redukcije rizika, dok finansiranje rizika podrazumeva tehniku zadržavanja rizika. Ako se rizik zadržava zbog nemogućnosti ostvarivanja pogodnih efekata u pogledu smanjivanja rizika, onda se njime može upravljati kroz transfer ili raspodelu rizika. Klasičan vid ovog aspekta upravljanja rizikom je osiguranje. Nakon preuzimanja rizika preuzetom rizikom (Vujović i dr., 1997). Stoga je osiguranje zainteresovano za razvoj alata, tehnika i metoda preventivnog inženjerstva, a u cilju adekvatnog sagledavanja problema kojima se osiguravač izlaže preuzimanjem rizika.

## LITERATURA

- /1/ Anđelković, B., 1998, *Sistemska pristup u analizi bezbednosti tehnoloških sistema i oceni rizika*, Zbornik radova sa konferencije Kvalitet životne sredine i ekonomski razvoj, Fakultet zaštite na radu, Niš, str. 188-197.
- /2/ Анђелковић, Б., Станковић, М., 1998, *Управление риском в трудовой и окружающей среде в соответствии со стандардами ISO9000 и ISO14000*, 6. международная конференция Проблемы управления безопасностью сложных систем, Москва.
- /3/ Anđelković, B., Stanković, M., Savić, S., (1996), *Sistemska pristup u analizi zaštite od požara*, Preventivni inženjering, godina IV, broj 1, Dunav Preving, Beograd, str. 28-35.
- /4/ Архипова, Н.И., Кульба, В.В., 1998, *Управление в чрезвычайных ситуациях*, Российский государственный гуманитарный университет, Москва.
- /5/ Arsovski, S., (2001), *Pristup razvoju i implementaciji integriranog sistema menadžmenta- QMS/EMS/OHSMS/RM*, Kvalitet, godina XI, broj 1-2, Poslovna politika AD, Beograd, str. 25-28.
- /6/ Balaban, N., Ristić, Ž., Đurković, J., 1996, *Principi informatike*, Savremena administracija, Beograd.
- /7/ Белов, П.Г., 1996, *Теоретические основы системной инженерии безопасности*, ГИИП "Безопасность" МИБ СТС, Москва.
- /8/ Blanchard, B.S. and Fabrycky, W.J., 2002, *Systems Engineering and Analysis* (third edition), Prentice Hall, New Jersey.

- /9/ Čerčićek, I., 1996, *Teorija sistema*, Stilos, Novi Sad.
- /10/ Gereke, Z., 1995, *Ekologija i organizacija*, Znamen, Beograd.
- /11/ Kendall, K.E., Kendall, J. E., 2005, *Systems Analysis and Design* (sixth edition), Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- /12/ Kostić, S. B., (1995), *Totalno upravljanje kvalitetom i sistemsko inženjerstvo*, Kvalitet i standardizacija, godina 23, broj 1-2, str. 21-28.
- /13/ Kostić, S. B., 1999, *Uloga logistike u realizaciji ciljeva savremenog koncepta kvaliteta*, 2. DQM Konferencija Upravljanje održavanjem '99 - Uvodna izlaganja, ETITEX, Čačak, str. 50-63.
- /14/ Kostić, S. B., (1993), *Sigurnost funkcionisanja – karika koja povezuje sistem kvaliteta i kvalitet proizvoda*, Kvalitet, godina III, broj 9-10, Poslovna politika AD, Beograd, str. 36-38.
- /15/ Косяченко, С. А., и др., (1998), *Модели, методы и автоматизация в условиях чрезвычайной ситуации*, Автоматика и телемеханика, № 6, Москва, стр.3-36.
- /16/ Krivokapić, Z., Vukčević, M., (2001), *Integralni pristup - ISO9000:2000 + ISO14000*, Kvalitet, godina XI, broj 1-2, Poslovna politika AD, Beograd, str. 22-24.
- /17/ Kuljba, V.V., Stanković, M., Savić, S., (1999), *Primena Petri-mreže za modeliranje rizičnih događaja*, Preventivni inženjering, godina VII, broj 2, Dunav Preving, Beograd, str. 23-36.
- /18/ Papić, Lj., 1999, *Konkurentno inženjerstvo: okvir projektovanja za održavanje*, 2.DQM Konferencija Upravljanje održavanjem '99 - Uvodna izlaganja, ETITEX, Čačak, str. 79-98.
- /19/ Petrović, B., Dakić, R., 2002, *Osnove teorije sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- /20/ *Risk Management Program Standard*, 1999, Produced by Joint Risk Management Program standard Team, DRAFT, pp 1-38.
- /21/ Sage, A., 1995, *Systems Engineering for Risk Management*, in Computer Supported Risk Management, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp 3-31.
- /22/ Savić, S., Stanković, M., Kitić, T., 2003, *Upravljanje kvalitetom i rizikom – osnova integrisanih sistema upravljanja*, Zbornik radova sa 6. međunarodne konferencije Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću DQM-2003, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Čačak.
- /23/ Simić, V., (2000), *Merenje, kvalitet, izvrsnost*, Kvalitet, godina X, broj 9-10, Poslovna politika AD, Beograd, str. 14-16.
- /24/ Srđević, B., Radović, B., 1997, *Sistemska analiza i informatika u upravljanju ekološkim sistemima*, Zbornik radova sa EKO-konferencije '97, Novi Sad, str. 295-300.
- /25/ Stanković, M., Anđelković, B., Savić, S., (1990), *O oceni rizika od požara i eksplozija u sistemu radne sredine*, Požar-eksplozija, preventiva, broj 1-2, Institut za zaštitu od požara i eksplozija, Sarajevo, str. 31-38.
- /26/ Stanković, M., Savić, S., Anđelković, B., 2002, *Sistemska analiza i teorija rizika*, Zaštita press, Beograd.
- /27/ Srića, V., 1981, *Sistem, informacija, kompjuter-primena sistemskog mišljenja u ekonomiji*, Informator, Zagreb.
- /28/ Stanojević, P., Mišković, M., 1997, *Preventiva u postupcima projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema*, Zbornik radova sa savetovanja Preventivni inženjering u planiranju i organizaciji prostora, projektovanju tehnologija i objekata, Dunav Preving, Beograd, str. 30-35.
- /29/ *Understanding Risk Analysis*, 1998, Produced by American Chemical Society, Internet Edition, pp 1-39.
- /30/ Vauglan, E.J., *Risk Management*, 1997, John Wiley & Sons, New York.
- /31/ Vujošević, M., 1999, *Primena teorije pouzdanosti u analizi rizika*, Zbornik radova sa međunarodne konferencije Tehnički sistemi i sredstva zaštite od požara, eksplozija, havarija i provala, Dunav Preving, Beograd, str. 21-27.
- /32/ Vujović, R. i dr., 1997, *Uticaj preventivnog inženjeringa na redukciju rizika i određivanje procenjene najveće štete*, Zbornik radova sa savetovanja Preventivni inženjering u planiranju i organizaciji prostora, projektovanju tehnologija i objekata, Dunav Preving, Beograd, str. 21-27.

## **PREVENTIVE ENGINEERING - SYSTEMS RISK ENGINEERING**

Summary: *In this paper, contemporary concepts, research and complex system management methodologies are analysed. The characteristics of systems and preventive engineering as means of realizing the quality and risk management policy are presented. Risk management system and its place in the quality management system are given special attention. At the end of the paper, the basis for the integration of management and support systems are presented.*

Key words: *preventive engineering, quality management, risk management*