

## Analiza i klasifikacija ljudske greške

DRAGANA D. MAKAJI -NIKOLI , Univerzitet u Beogradu,  
Fakultet organizacionih nauka, Beograd  
MINA V. VUKOVI , Univerzitet u Beogradu,  
Fakultet organizacionih nauka, Beograd  
ANA R. BELI , Univerzitet u Beogradu,  
Fakultet organizacionih nauka, Beograd  
MIRKO B. VUJOŠEVI , Univerzitet u Beogradu,  
Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Originalni nau ni rad  
UDC:005:159.9  
DOI:10.5937/tehnika1506031M

*Predmet ovog rada je ljudska greška kao uzrok otkaza tehni kih i organizacionih sistema. U analizi rizika, kao obaveznom delu savremenog upravljanja projektima i procesima, se sve ve a pažnja poklanja upravo prou avanju pouzdanosti oveka i ljudskoj grešci. Ljudska greška se posmatra kao svako delovanje van tolerancije ili odstupanje od norme, pri emu je nivo prihvatljivosti unapred, formalno ili neformalno, definisan sistemom. Pored prikaza razli itih pristupa za analizu ljudske greške, detaljno e biti predstavljena metoda "Analiza i sistem klasifikacije ljudskih grešaka" (Human Factors Analysis and Classification System – HFACS). Ova, relativno nova, metoda za analizu uzroka ljudskih grešaka bi e ilustrovana konkretnom primenom na primeru iz prakse.*

**Klju ne re i:** ljudska greška, pouzdanost, rizik, HFACS metoda

### 1. UVOD

Errare humanum est, sed perseverare diabolicum.  
(Lucius Anneus Seneca)

Nesre e poput nuklearne katastrofe na ostrvu Tri milje 1979. godine, eksplozije šatlova elindžer (1986.) i Kolumbija (2003.), katastrofe u hemijskom postrojenju Bhopal u Indiji (1984.), prevrtanja trajekta Herald of Free (1987.), sudara na železni koj stanici Clapham Junction (1988.), eksplozije reaktora u ernobilju (1986.), vazdušnog sudara iznad Nema ke (2002.), padova aviona Korean Air 801 (1997.) i Asiana Flight 214 (2013.), prevrtanja kruzera Costa Concordia (2012.), nuklearnog akcidenta u Fokušimi (2011) itd, imaju jednu zajedni ku karakteristiku: u zvani nim izveštajima komisija koje su ispitivale njihove uzroke je kao direktni ili indirektni uzrok navedena ljudska greška [1, 2, 3].

Pored zvani nih izveštaja, u razli itim nau nim publikacijama se esto mogu na i statisti ki podaci o ljudskoj grešci kao uzroku nesre a: u 70%-90% nesre-

a u drumskom saobra aju; u preko 73% avionskih nesre a; u oko 80% nesre a u vodenom saobra aju; u 40 do 65% grešaka u poslovima održavanja u razli itim industrijama; u do 90% nesre a vezanih za medicinske ure aje; u 70% incidenata vezanih za anesteziju u operacionim salama. [1, 4, 5]. Sve ovo ukazuje na veliki zna aj pravilnog definisanja ljudske greške i obezbe ivanja okvira za njenu identifikaciju, procenu, predvi anje i, ako je mogu e, spre avanje njenih posledica.

Razmatranje ljudske greške u inženjerskim sistemima datira iz 1958. godine kada je H. L. Williams u lanku "Reliability evaluation of the human component in man-machine systems" u asopisu "Electrical Manufacturing" prvi istakao da ljudski element mora biti uklju en u predvi anje pouzdanosti tehni kih sistema [4]. Od tada je razvijen veliki broj teorija o uzrocima, tipovima i prirodi ljudske greške u tehni kim i organizacionim sistemima.

Dva gledišta, me usobno isklju iva, su esto uzrok kontroverza i zabluda u vezi ljudske greške. Jedno gledište je da su ljudi skloni greškama i da, kao takvi, predstavljaju uzrok nesre a i degradiraju sistem, koji je u osnovi ispravan i bezbedan. Da bi se objasnio neuspah, moraju se tražiti: nepažnja, nesposobnost, nemarnost, kršenja pravila, pogrešne odluke, itd. Pove anje

Adresa autora: Dragana Makaji Nikoli , Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Jove Ili a 154

Rad primljen: 28.08.2015.

Rad prihva en: 12.11.2015.

pouzdanosti sistema se postiže uvođenjem mera poput procedura, nadzora i automatizacije da bi se sistem zaštitio od (nepouzdatih) ljudi. Ovakav pogled na ljudsku grešku se u literaturi naziva Staro gledište (Old View) ili Teorija trule jabuke (Bad Apple Theory) [6]. Drugo gledište, koje se pojavilo početkom osamdesetih godina u radovima Rasmunsena [7], je da ljudi konstantno doprinose bezbednosti sistema, a da je ljudska greška najčešće efekat, ili simptom, dubljeg problema u sistemu. Sam sistem nije a priori ispravan i bezbedan jer predstavlja kompromis između u više nepomirljivih kriterijuma (pouzdanost, efikasnost, troškovi itd.).

Da bi se objasnio neuspeh, ne treba tražiti greške i kršenja pravila već treba istražiti zašto i u kojim okolnostima je delovalo ispravno postupiti na način za koji se ispostavilo da je pogrešan. Povećanje pouzdanosti proizilazi upravo iz nastojanja ljudi da obezbede sigurnost na svim nivoima organizacije. Ovakav pogled na ljudsku grešku se u literaturi naziva Novo gledište (New View, New Look) [6].

Danas je dominantno Novo gledište čija je osnovna paradigma da, kada se u istraživanju uzroka neke nesreće dođe do ljudske greške, to ne treba da bude kraj već počinje daljeg istraživanja. Krajnji cilj istraživanja treba da bude poboljšanje sistema, a ne utvrđivanje krivca.

Predmet ovog rada je ljudska greška, pojam, taksonomija, metode za njenu analizu i procenu pouzdanosti oveka. Posebna pažnja će biti posvećena uzrocima ljudske greške i relativno novoj metodi za analizu i klasifikaciju ljudske greške (Human Factors Analysis and Classification System – HFACS). Rad se sastoji iz pet delova. Nakon uvoda, drugi deo se bavi pojmom ljudske greške i njenim vrstama. Treći deo je posvećen analizi ljudske greške i metodama koje se koriste u toj analizi. U četvrtom delu će prvo biti prikazan Rizonov model uzroka nesreće a zatim sama metoda HFACS. Peti deo rada se odnosi na zaključke i dalje pravce istraživanja.

## 2. LJUDSKA GREŠKA: POJAM I VRSTE

Definicija ljudske greške, koja se najčešće navodi u literaturi i smatra klasičnom, je definicija koju je dao Rizon [8]: Ljudska greška može da se definiše kao neuspeh aktivnosti, planiranih za postizanje željenih ciljeva, do koga je došlo bez uplitanja nekih spoljnih nepredvidivih događaja.

Kao zvanično, u literaturi se često navodi definicija Nuklearne regulatorne komisije SAD u kojoj su ljudska greška akcije izvan tolerancije ili odstupanje od norme, pri čemu su granice prihvatljivosti definisane unutar sistema [9].

Ljudska greška se obično vezuje za specifikirani zadatak, odnosno skup akcija koje treba preduzeti da

bi se dostigao postavljeni cilj ili stanje [10]. U izvršavanju tog zadatka, ljudska greška je nenamerna (nenameravana) akcija koja utiče da performanse sistema budu izvan predefinisanih granica tolerancije [11].

Kada se posmatra neki hazardni događaj, ljudska greška se može javiti u svakom njegovom segmentu [10]:

1. Kao uzrok kroz grešku u dizajnu, održavanju, testiranju, podešavanjima itd,
2. Direktno kao njegov pokretač,
3. Može da bude povezana sa posledicama hazardnog događaja tako što, na primer, nije pokrenut sigurnosni sistem koji bi ih sprečio.

Među velikim brojem taksonomija ljudske greške, još uvek se ni jedna od njih nije izdvojila kao jedinstvena i opšteprihvaćena. Međutim, tri koje se najčešće navode su:

- Majsterova taksonomija, po kojoj ljudska greška može biti [12]: greške propusta (error of omission); greške pogrešne akcije (error of commission); sprovođenje ispravnih akcija u pogrešnom redosledu ili u pogrešnom trenutku.
- SKR (Skill-Rule-Knowledge) taksonomija, koja razlikuje ponašanje zasnovano na veštinama, pravilima i znanju a time i greške koje su njihova posledica [13].
- SLMV (Slips, Lapse, Mistakes, Violations) taksonomija, koja ljudske greške deli u četiri kategorije [8]: Omaške: akcije koja se sprovode sa namerom da budu ispravne ali se izvrše neispravno; Lapsusi: greške nastale kao posledica spoljnog ometanja ili dekoncentracije; Nesporazumi: pravilno izvršene pogrešne akcije; Kršenja: namerno sprovođenje pogrešne akcije.

## 3. ANALIZA LJUDSKE GREŠKE

Oblast u okviru Teorije pouzdanosti koja se bavi ljudskim greškama se naziva Analiza pouzdanosti oveka (Human Reliability Analysis - HRA) je sistematski pristup koji se koristi za identifikaciju i evaluaciju grešaka koje u nekom sistemu može napraviti ovek. U širem smislu, HRA može da uključuje i [14]:

1. Analizu zadatka (šta operater treba da radi);
2. Identifikaciju grešaka (na koje sve načine mogu da se jave);
3. Prezentaciju (određivanje uzročno-posledičnih veza između grešaka);
4. Kvantifikovanje (procena izvesnosti greške);
5. Redukciju greške preventivnim akcijama (njegov efekta ili verovatnoće pojavljivanja);
6. Osiguranje kvaliteta i dokumentacija.

HRA obuhvata veliki broj metoda i tehnika koje podržavaju opisani proces ili neke njegove delove. Obavezna i veoma značajna faza u ovom procesu je identifikacija ljudskih grešaka. Koliko je ova faza složena i važna govori i postojanje velikog broja baza podataka o ljudskim greškama, koje su razvijene kao podrška i pomoć u njihovoj analizi.

Najpoznatije baze podataka o ljudskim greškama su [10, 15]: CORE-DATA (Computerized Operator Reliability and Error Database), HERA (Human Event Repository Analysis), HPES (Human Performance Evaluation System), HFIS (Human Factors Information System), CAHR (Connectionism Assessment of Human Reliability), SACADA (Scenario Authoring, Characterization, and Debriefing Application) itd.

Posmatraju i rezultate koje daju, metode i tehnike za HRA mogu biti kvalitativne i/ili kvantitativne. Kada su kvantitativne, njihov glavni zadatak je određivanje verovatnoće ljudske greške. Ova verovatnoća omogućava poređenje različitih ljudskih grešaka i predstavlja ulaz u sveobuhvatnu procenu rizika.

Verovatnoća ljudske greške (Human Error Probability - HEP) je verovatnoća da će do i do greške u obavljanju postavljenog zadatka. Najčešće se pretpostavlja da su greške u obavljanju zadatka međusobno nezavisne i sa konstantnom verovatnoćom. Pod tim pretpostavkama, HEP može da se proceni kao [10]:

$$HEP = \frac{\text{broj grešaka}}{\text{broj prilika da se napravi greška}}$$

Ovakva procena verovatnoće nije uvek moguće pošto je često teško utvrditi koliko je bilo prilika da se napravi greška. U tom slučaju je prikladnije koristiti subjektivnu procenu verovatnoće na osnovu mišljenja eksperata ili istorijskih podataka.

Posmatraju i namenu, metode i tehnike za HRA mogu biti retrospektivne (post-incident), ako se primenjuju da bi se utvrdilo da li su i koje ljudske greške uzroci konkretne nesreće koja se dogodila, i prediktivne, ako im je cilj da predvide moguće ljudske greške u nekom sistemu [16].

Često se za procenu ljudske greške u inženjerstvu koriste opšte tehnike i metode koje se koriste u proceni pouzdanosti i rizika tehničkih sistema: Analiza naivna i efekata otkaza (FMEA) ili njena adaptacija AEMA (Action Error Mode Analysis), Analiza korenskog uzroka (RCA), Iškakava diagram, Analiza stabla neispravnosti (FTA), Analiza stabla događaja (ETA), HAZOP i njena adaptacija Human HAZOP itd. [4]

Međutim, vremenom je razvijen veliki broj metoda specijalizovanih za analizu ljudske greške i procenu pouzdanosti oveka. U [17] su identifikovane 72 različite metode za procenu pouzdanosti oveka od kojih je

17 izdvojeno kao metode koje mogu da se koriste u industrijama visokog rizika.

Kod mnogih autora se može naći, ne uvek dosledna, podela ovih metoda na [10, 17, 18]:

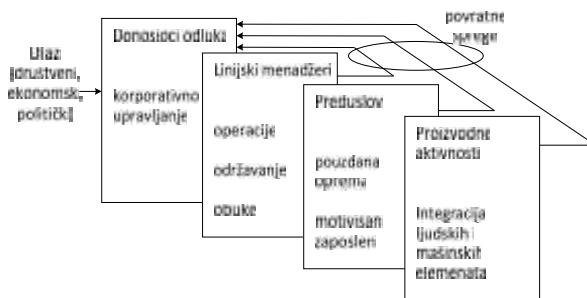
1. Metode prve generacije: Ove metode podržavaju Staro gledište i skoro potpuno zanemaruju kontekst u kome dolazi do ljudske greške. Najpoznatije su: THERP (Technique for Human Error Rate Prediction), SPAR-H (Standardized Plant Analysis Risk-Human Reliability Analysis), HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique).
2. Metode druge generacije: Ove metode razmatraju uticaj konteksta na pojavu ljudske greške i time u potpunosti omogućavaju primenu Novog gledišta na ljudsku grešku. Pored toga, jednostavnije su i lakše za korišćenje od metoda prve generacije što je rezultiralo u njihovoj široj primeni i većem razvoju. Najkorišćenije su: ATHEANA (A Technique for Human Event Analysis) i CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method).

#### 4. ANALIZA I SISTEM KLASIFIKACIJE LJUDSKIH GREŠAKA

Analiza i sistem klasifikacije ljudskih grešaka (Human Factors Analysis and Classification System – HFACS) je opšti okvir za identifikaciju uzroka ljudske greške, koji je originalno razvijen i testiran u Americi koj vojsci kao sredstvo za istragu i analizu uzroka vazduhoplovnih nesreća a do kojih su dovele ljudske greške. Teorijska osnova metode je Rizonov model uzroka nesreće.

##### 4.1. Rizonov model uzroka nesreće

Prvobitno razvijen za potrebe nuklearne industrije, Rizonov pristup uzrocima nesreće se zasniva na pretpostavci da u svakom sistemu postoje slojevi koji moraju da rade skladno kako bi operacije bile efikasne i bezbedne [19]. Ukoliko postoje i deluju zajedno, ovi slojevi obezbeđuju postojanje "produktivnog sistema" (slika 1).

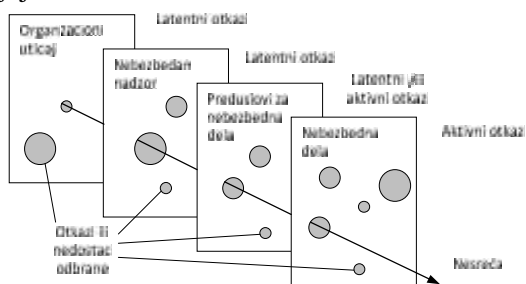


Slika 1 - Komponente produktivnog sistema [19]

Pre nego što se dođe do proizvodnih aktivnosti (prvi sloj), neophodno je da postoje određeni preduslovi (drugi sloj), kao što je pouzdana oprema i obučena i

motivisana radna snaga. Podrška tim preduslovima obezbe uje se procedurama, obukama, održavanjem itd (tre i sloj). Da bi ceo sistem funkcionisao, neophodno je vršiti efikasno upravljanje i nadzor, za šta su odgovorni donosioci odluka ( četvrti sloj) koji, uz to, postavljaju ciljeve i upravljaju raspoloživim resursima imaju i u vidu društvene, ekonomske i druge aspekte poslovanja.

Prema Rizonu, svaki od pomenutih slojeva predstavlja barijeru koja sprečava da se u sistemu desi nesreća. Nesreće se dešavaju kada postoji interakcija u otkazima u četiri pomenuta sloja. Otkazi se predstavljaju kao "rupe" u okviru različitih slojeva sistema i mogu se shvatiti kao "rupe" u odbrani sistema od nastanka nesreće (slika 2). Kako slika ovog modela podseća na isečen švajcarski sir, Rizonova teorija se često naziva "Švajcarski sir" model ("Swiss cheese") uzroka nesreće. U literaturi se mogu naći i različite adaptacije Rizonovog modela. Ovde je prikazana ona na kojoj se zasniva metoda HFACS.



Slika 2 - Rizonov model uzroka nesreće [19]

Rizon razlikuje dve vrste otkaza: aktivne i latentne, i zbog toga se ovaj model u literaturi može naći i pod nazivom Model latentnih grešaka.

Aktivni otkazi su nebezbedna dela počinjena od strane operativnih radnika u direktnom kontaktu sa sistemom. Posledice nebezbednih dela su vidljive odmah ili za vrlo kratko vreme. [1].

Latentni otkazi su pogrešne odluke ili drugi problemi čije negativne posledice mogu dugo da postoje sakrivene u okviru sistema. Oni nastaju iz odluka koje donose projektanti, graditelji, kreatori procedura, služba održavanja i najviši nivo rukovodstva – ljudi koji su daleko u vremenu i prostoru od samog događaja koji je doveo do nesreće [1]. Efekti ili posledice latentnih otkaza se manifestuju tek kada postoji neki poseban događaj koji izaziva ili omogućava nesreću. Latentni otkazi mogu stvoriti dugotrajne rupe ili slabosti u odbrani sistema (nepouzdati alarmi i indikatori, neizvodljive procedure itd). Za razliku od aktivnih otkaza, koji se pojavni oblici teško mogu predvideti, latentni otkazi mogu biti identifikovani i otklonjeni pre nego što se desi neželjeni događaj [8].

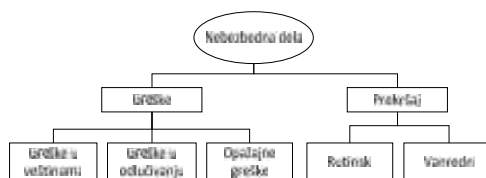
Rizonov model ne identifikuje prirodu "rupa u siro", niti detaljno objašnjava tipove organizacionih i

nadzornih grešaka, nebezbednih dela i njihovih preduslova. Time što ovi neuspesi sistema, ili "rupe" nisu definisani, nemoguće ih je identifikovati u toku istrage nesreće, ili, još bolje, pre nego što do nesreće dođe. Analiza i sistem klasifikacije ljudskih faktora – HFACS predstavlja nadgradnju Rizonovog modela koja prevazilazi ove njegove nedostatke i dopunjuje ga preciznim definisanjem aktivnih i latentnih otkaza.

#### 4.2. Elementi metode HFACS

Osnovna uloga HFACS metode je da omogućiti detaljan uvid u uzroke ljudskih grešaka i nivoa poslovanja u kojima se one javljaju. Analizom zastupljenosti pojedinačnih uzroka se ukazuje na delove sistema čijim popravljanjem se mogu ukloniti potencijalni uzroci budućih ljudskih grešaka [20]. HFACS opisuje četiri nivoa otkaza, od kojih svaki odgovara jednom od četiri sloja u okviru Rizonovog modela (slike 3-6).

1. Nebezbedna dela su prvi nivo otkaza, to su aktivni otkazi koje čine operativni radnici. Kategorisana su u greške i prekršaje (slika 3).



Slika 3 - Kategorije nebezbednih dela [19]

Greške predstavljaju mentalne ili fizičke aktivnosti pojedinaca koje ne uspevaju da ostvare nameravane ishode. Dešavaju se nenamerno i javljaju se unutar pravila i propisa organizacije.

Greške u veštinama su greške do kojih najčešće dolazi zbog nedostatka pažnje usled izvođenja automatizovanih i rutinskih radnji: loše postavljanje prioriteta, nepažljivo korišćenje opreme, izostavljanje koraka iz procedure itd;

Greške u odlučivanju su ponašanje u kome se postupka kao što je planirano, ali sam plan je neadekvatan ili neprikladan (proceduralne greške, loši izbori i greške u rešavanju problema);

Opazajne greške nastaju kada je senzorni ulaz degradiran, kao što je slučaj sa vizuelnim iluzijama i prostornom dezorijentacijom.

Prekršaji predstavljaju namerno nepoštovanje pravila i propisa. Čine ih:

- Rutinski prekršaji su obično loše navike koje se često tolerišu zato što se zna da njihove posledice neće biti veće nego što bi bile da nisu počinjene.
- Vanredni prekršaji nisu pokazatelji tipičnog ponašanja pojedinca i nisu tolerisani od strane rukovodstva. Oni se ne smatraju "vanrednim" zbog svoje ekstremne prirode, već zato što nisu tipični za pojedinca, niti kao takvi mogu biti tolerisani.

Ono što vanredne prekršaje ini izuzetno opasnim jeste to što se oni ne mogu predvideti.

2. Preduslovi za nebezbedna dela naj eš e predstavljaju latentne otkaze ali i sami mogu biti pokreta i nesre e. ine ih: faktori okoline, stanje operativnih radnika i faktori osoblja (slika 4).



Slika 4 - Kategorije preduslova nebezbednih dela

Fizi ko okruženje se odnosi kako na operativno okruženje koje podrazumeva: vreme, nadmorsku visinu, teren, toplotu, vibracije, osvetljenje, prisustvo toksina u vazduhu itd.

Tehnološko okruženje obuhvata niz potencijalnih problema, poput opreme i kontrolnih tabli, karakteristike ekrana, izgleda kontrolnih lista itd.

Neželjena mentalna stanja su ona mentalna stanja koja negativno uti u na performanse pojedinaca: gubitak svesti, ometanje i mentalni umor zbog neispavanosti ili iz drugih razloga, preterano ili premalo samopouzdanje, nedostatak motivacije, frustracija.

Neželjena fiziološka stanja se odnose na one medicinske ili fiziološke uslove koji mogu da uti u nabezbednost poslovanja: vizuelne iluzije, prostorna dezorijentacija, fizi ki umor, bolest, dejstvo lekova ili narkotika itd.

Fizi ka/mentalna ograni enja se odnose na one slu ajeve kada operativni zahtevi prevazilaze fizi ke i mentalne mogu nosti pojedinca.

Upravljanje zaposlenima podrazumeva protok informacija i komunikaciju koji mogu da dovedu do nebezbednih dela. Latentni otkazi ove vrste su: nedostatak timskog rada, nedostatak ili neadekvatna komunikacija, nedostatak izveštavanja itd. Ovi otkazi mogu biti i aktivni uzroci nesre a ako se manifestuju kao: propust u prenošenju informacija, nekoriš enje svih raspoloživih resursa, konfuzni ili konfliktni zahtevi i direktive itd.

Li na spremnost su prekršaji koji uti u na li nu mentalnu i fizi ku spremnost osoblja ali se ne smatraju nebezbednim delima, jer se ne odnose na operativnog radnika niti nužno dovode do njegovih grešaka.

3. Nebezbedan nadzor predstavlja latentne otkaze koje pravi srednji nivo menadžmenta (linijski menadžeri) u organizaciji (slika 5).



Slika 5 - Kategorije nebezbednog nadzora [19]

Neadekvatan nadzor predstavlja latentne otkaze koji se odnose na obaveze linijskih menadžera poput: operativnog vo enja, nadzoru poslova, obezbe ivanja smernica za rad, procedura, obuke, odmora, podsticaja za zaposlene itd.

Neprikladno isplanirani poslovi mogu da uslove operativni tempo i raspored zaposlenih kojim se pojedinci izlažu neprihvatljivom riziku. Takvi poslovi, mada verovatno neizbežni u vanrednim situacijama, se ina e smatraju neprihvatljivim.

Propusti u rešavanju poznatih problema se odnose na one slu ajeve kada su nedostaci pojedinaca poznati supervizorima, ali oni ne preduzimaju akcije poput: dopunske obuke, promene zaduženja ili radnog mesta, primene sankcija itd.

Prekršaji u nadzoru nastaju kada linijski menadžeri namerno zanemaruju postoje a pravila i propise ili ne pokre u akcije poput: ispravljanja grešaka u dokumentima, prijavljivanja nebezbednih uslova, pokretanje korektivnih mera itd.

4. Organizacioni uticaji se odnose na latentne otkaze najvišeg nivoa menadžmenta ije odluke direktno uti u na nadzornu praksu, uslove i postupke operativnih radnika. Ove greške esto prolaze nezapaženo od strane za stru njaka za bezbednost, u velikoj meri zahvaljuju i nedostatku jasnog okvira za istraživanje (slika 6).



Slika 6 - Kategorije organizacionih uticaja [19]

Upravljanje resursima obuhvata korporativno odlu ivanje u vezi sa raspodelom i održavanjem sredstava: osoblja, nov anih sredstava, opreme i objekata. U odlu ivanju, u kome su uvek prisutna dva suprotstavljena cilja: bezbednost i trošak, najviši nivo menadžmenta može da na ini latentne otkaze koji mogu imati nesagledive posledice.

Organizaciona klima može da se definiše kao radna atmosfera unutar organizacije. Najbitniji elementi u kojima mogu da se jave latentni otkazi: lanac komandovanja, formalna odgovornost za obavljanje poslova, komunikacioni kanali, delegiranje vlasti, kultura i politika organizacije.

Organizacioni procesi su korporativne odluke i pravila koji regulišu svakodnevne aktivnosti u okviru organizacije: uspostavljanje i koriš enje standardnih operativnih procedura i metoda za održavanje kontrole i ravnoteže izme u zaposlenih i menadžmenta, uspostavljanje adekvatnog bezbednosnog programa i upravljanje rizikom.

#### 4.3. Primena metode HFACS

HFACS može da se primeni i kao retrospektivna i kao prediktivna metoda. Primena HFACS kao retrospektivne metode se ređe može naći u literaturi. Neke od primena su analiza uzroka eksplozije kotla na teretnom brodu Shirane [21] i analiza uzroka ispadanja ljudi sa broda Saga Sapphire [22]. Mnogo je veći broj primena HFACS kao prediktivne metode.

Najčešće i na in na koji se HFACS koristi kao prediktivna metoda je da se, na osnovu istorijskih podataka o ljudskim greškama u različitim tipovima nesreća, ukazuje na slabosti u posmatranom sistemu, a time i na greške koje se mogu očekivati u budućnosti. Prva istraživanja, koja su objavljena početkom ovog veka, su obuhvatila 119 nesreća komercijalnih aviona u periodu od 1990. do 1996. godine u SAD u kojima je identifikovano 319 uzroka njih faktora. Rezultati HFACS su pokazali da su najveći broj uzroka činile greške zasnovane na veštinama pilota [23, 24].

Primena u analizi ljudskih grešaka u avionskim nesrećama se nastavila kontinuirano do danas [25, 26, 27, 28]. Pored primena u ispitivanju ljudske greške u nuklearnim postrojenjima, udesima brodova, rudnicima itd, poslednjih godina se HFACS metoda sve više koristi u medicini [29, 30, 31].

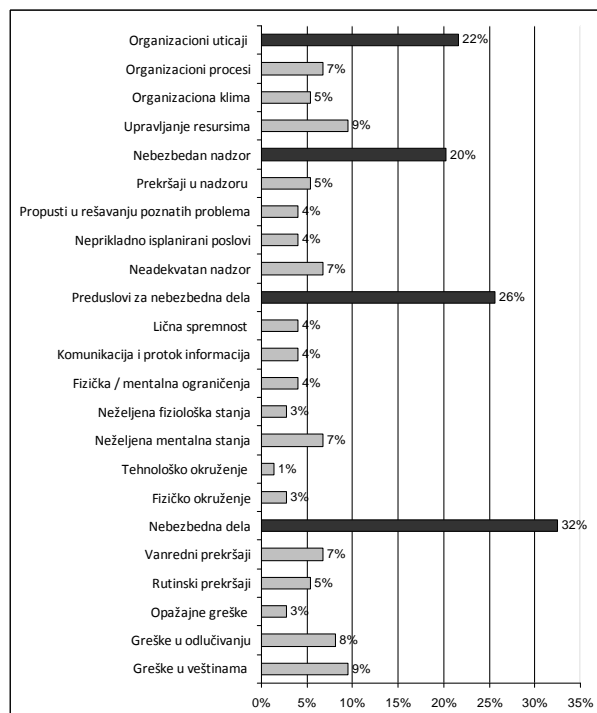
HFACS može da se bazira na istorijskim podacima, mišljenjima eksperata ili intervjuima. Na taj način, na osnovu intervjua sa lekarima i tehničarima Međoklinike u SAD, je korišćena za analizu uzroka grešaka u operacionoj sali [32].

U nastavku će biti prikazana primena HFACS metode u utvrđivanju uzroka ljudskih grešaka u upravljanju medicinskim otpadom u ustanovi tercijalne zdravstvene zaštite u Republici Srbiji. Medicinski otpad se definiše kao: „sav otpad, opasan ili neopasan, koji se generiše pri pružanju zdravstvenih usluga“ [33].

Analiza uzroka ljudskih grešaka je izvršena za infektivni otpad jer je to otpad sa najvećim životnim ciklusom koji sa sobom nosi veliki rizik od nastanka infekcije. Infektivni otpad čine: kulture i materijal iz laboratorija koji sadrži infektivne agense; oprema, materijal i pribor koji je bio u kontaktu s krvlju, derivatima krvi, telesnim tečnostima; izlucivine od klinički potvrđenih inficiranih pacijenata; otpad iz odeljenja za patologiju i izolaciju infektivnih pacijenata; otpad od dijalize, infuzije i sličnih zahvata itd. [33].

Analiza uzroka ljudskih grešaka je izvršena na osnovu: Pravilnika o upravljanju medicinskim otpadom [34], interne dokumentacije ustanove o procedurama u upravljanju medicinskim otpadom i mišljenja zaposlenih u Službi za upravljanje medicinskim otpadom. Rizici ni događaji za koji su analizirani mogu i uzroci

ljudskih grešaka u ovom sistemu je mogućnost infekcije, kao posledica ljudskih grešaka u upravljanju medicinskim otpadom. Zbog nepostojanja detaljne evidencije o greškama, izvršena je preliminarna analiza, odnosno evidentirano je samo koje se greške mogu pojaviti i na kom od četiri nivoa (slika 7).



Slika 7 - Zbirni rezultati HFACS metode

Najveći broj različitih uzroka ljudskih grešaka javlja u kategoriji nebezbednih dela (32% od ukupnog broja). Među njima su najzastupljenije greške u veštinama (neadekvatna tehnika punjenja ili vezivanja ambalaže za infektivni otpad, loša procena nivoa napunjenosti ambalaže, nepažljivo stavljanje zaštitnih rukavica itd), greške u odlučivanju (korišćenje neadekvatne ambalaže u nedostatku predviđene, neadekvatna reakcija u slučaju pucanja ambalaže itd.) i vanredne greške. U velikom procentu se javljaju i greške u upravljanju resursima u okviru organizacionih uticaja (9%).

Dobijeni rezultat predstavlja okvir za dalju analizu koja bi sadržala informacije o broju grešaka određenog tipa. Tek tada bi se dobila prava slika o zastupljenosti uzroka ljudskih grešaka koja bi ukazala na slabost koje u sistemu upravljanja infektivnim medicinskim otpadom.

#### 5. ZAKLJUČAK

Konstruktivan pristup ljudskoj grešci podrazumeva da se ona ne posmatra kao uzrok već kao simptom. U tom smislu, greška može da se posmatra kao dodatna informacija o funkcionisanju sistema. Cilj ovakvog pristupa je da se na osnovu ljudskih grešaka u i o tome

kako da se poboljša sistem. Sama ljudska greška ukazuje na dublje probleme u sistemu i zbog toga je treba koristiti kao polaznu tačku za dalje traženje sistemskih grešaka. HFACS je jedna od metoda koja u potpunosti podržava ovakav pristup. Razdvajanjem grešaka na aktivne i latentne i postavljanjem njihovih uzroka u odgovaraju i nivo u organizaciji, HFACS omogućava sagledavanje slabih tačaka sistema. Njene najčešće primene su u avionskoj industriji i medicini, dve oblasti u kojima posledice ljudskih grešaka mogu biti katastrofalne.

Primena HFACS metode u analizi uzroka ljudskih grešaka u upravljanju infektivnim otpadom je omogućila stvaranje okvira za dalju analizu. S obzirom na nedostatak odgovarajuće evidencije, sledeći korak analize bi bio prikupljanje informacija, kroz intervjue i ankete nad relevantnim uzorkom, o broju grešaka svake identifikovane vrste. Time bi se identifikovale slabe tačke sistema upravljanja infektivnim medicinskim otpadom i ukazalo na ljudske greške koje je moguće sprečiti u budućnosti.

#### LITERATURA

- [1] Dekker, S., Cook, R. I., Johannesen, L., Sarter, N., & Woods, D. D. *Behind Human Error*. Farnham: Ashgate Publishing, Ltd, 2010.
- [2] FNAIIC - Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission (FNAIIC). (2012). *The Official Report of the FNAIIC: Executive Summary*. National Diet of Japan. <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3751543/naaic.go.jp/en/report/>, 25.1.2015.
- [3] Mileski, J. P., Wang, G., & Beacham, L. L. Understanding the causes of recent cruise ship mishaps and disasters. *Research in Transportation Business & Management*, 13, 65-70, 2014.
- [4] Dhillon, B. S. *Safety and human error in engineering systems*, Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012.
- [5] Peters, G. A., & Peters, B. J. *Human error: Causes and control*, Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006.
- [6] Dekker, S. *The field guide to understanding human error*, Bedford: Ashgate Publishing, Ltd, 2006.
- [7] Rasmussen, J. Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of occupational accidents*, 4(2), 311-333, 1982.
- [8] Reason, J. *Human error*, Cambridge: Cambridge university press, 1990.
- [9] NUREG/CR-6883 *The SPAR-H Human Reliability Analysis Method*. Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2005.
- [10] Rausand, M. *Risk assessment: Theory, methods, and applications*, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
- [11] Park, K. S. *Human reliability: analysis, prediction, and prevention of human errors*. Amsterdam: Elsevier, 1987.
- [12] Meister, D. *Human Factors: Theory and Practice*, New York: John Wiley & Sons, 1971.
- [13] Rasmussen, J. Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 3, 257-266, 1983.
- [14] Kirwan, B. The development of a nuclear chemical plant human reliability management approach: HRMS and JHEDI. *Reliability Engineering & System Safety*, 56(2), 107-133, 1997.
- [15] Kim, Y., Park, J., & Jung, W. A Survey of Data-based Human Reliability Analysis Approaches. In *The 1st Asian Conference on Ergonomics and Design (ACED 2014)*, 2014.
- [16] Dhillon, B. S. *Human Reliability, Error, and Human Factors in Power Generation*. London: Springer, 2014.
- [17] Bell, J., & Holroyd, J. *Review of human reliability assessment methods*. Norwich: Health & Safety Laboratory, 2009.
- [18] Boring, R. L. Dynamic human reliability analysis: Benefits and challenges of simulating human performance. *Risk, Reliability and Societal Safety*, 2, 1043-1049, 2007.
- [19] Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. *A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system*. Aldershot: Ashgate Publishing, Ltd, 2003.
- [20] Shappell, S., Wiegmann, D. *Human Factors Investigation and Analysis of Accidents and Incidents: Encyclopedia of Forensic Sciences* (2 ed.), 440-449, 2013.
- [21] Celik, M., & Cebi, S. Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), 66-75, 2009.
- [22] Akyuz, E., & Celik, M. Utilisation of cognitive map in modelling human error in marine accident analysis and prevention. *Safety science*, 70, 19-28, 2014.

- [23]Wiegmann, D. A, & Shappell, S. A. Applying the human factors analysis and classification system (HFACS) to the analysis of commercial aviation accident data. In 11th international symposium on aviation psychology. <https://www.hf.faa.gov/hfacs/Default.aspx?tabid=34>, 22.9.2014, 2001.
- [24]Wiegmann, D. A, & Shappell, S. A. Human error analysis of commercial aviation accidents: Application of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). *Aviation, space, and environmental medicine*, 72(11), 1006-1016, 2001.
- [25]Dambier, M, & Hinkelbein, J. Analysis of 2004 German general aviation aircraft accidents according to the HFACS model. *Air medical journal*, 25(6), 265-269, 2006.
- [26]Li, W. C, Harris, D, & Yu, C. S. Routes to failure: analysis of 41 civil aviation accidents from the Republic of China using the human factors analysis and classification system. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 426-434, 2008.
- [27]Rashid, H. S. J., Place, C. S, & Braithwaite, G. R. Helicopter maintenance error analysis: beyond the third order of the HFACS-ME. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(6), 636-647, 2010.
- [28]Daramola, A. Y. An investigation of air accidents in Nigeria using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) framework. *Journal of Air Transport Management*, 35, 39-50, 2014.
- [29]Diller, T, Helmrich, G, Dunning, S, Cox, S, Buchanan, A, & Shappell, S. The human factors analysis classification system (HFACS) applied to health care. *American Journal of Medical Quality*, 29(3), 181-190, 2014.
- [30]Johnson, N. A, & Lenz, R. To Err Is Human-Using a Systems-centered Approach to Minimize Environment of Care Errors During Construction and Renovation. *American Journal of Infection Control*, 42(6), S16-S17, 2014.
- [31]Shappell, S, Boquet, A, Cabrera, J, Cohen, T, Crowe, O, Welsh, K. Optimizing Performance In The Cardiovascular Operating Room, White Paper, Embry-Riddle Aeronautical University, <http://scahqgive.org/core-ops-optimizing-performance-cardiovascular-operating-room/>, 3.11.2014.
- [32]ElBardissi, A. W, Wiegmann, D. A, Dearani, J. A, Daly, R. C, & Sundt, T. M. Application of the human factors analysis and classification system methodology to the cardiovascular surgery operating room. *The Annals of Thoracic Surgery*, 83(4), 1412-1419, 2007.
- [33]Bezbedno upravljanje medicinskim otpadom - Nacionalni vodi za bezbedno upravljanje medicinskim otpadom (2008) Ministarstvo zdravlja Republike Srbije. [www.komorabiohemsrbije.org.rs/pdf/vodic\\_medicenski\\_otpad.pdf](http://www.komorabiohemsrbije.org.rs/pdf/vodic_medicenski_otpad.pdf), 15.10.2014.
- [34]Pravilnik o upravljanju medicinskim otpadom (2010). Sl. glasnik RS, br. 78/2010. [http://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik\\_o\\_upravljanju\\_medicenski\\_m\\_otpadom.html](http://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_upravljanju_medicenski_m_otpadom.html), 2.9.2014.

## SUMMARY

### ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF HUMAN ERROR

*The subject of this paper is human error as cause of technical and organizational system failure. The risk analysis, as important part of the modern project and processes management, focus increasing attention to the study of human reliability and human error. Human error is considered as any activity outside the tolerance limits which are predefined by the system, formally or informally. Besides a review of different approaches and methods for human errors analysis, the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) method will be presented in detail. This relatively new method for the analysis of human errors causes will be illustrated using a real life example.*

**Key words:** *human error, reliability, risk, HFACS method*