

NOVI POGLED NA ULOGU LJUDSKIH ČIMBENIKA U UZROKU AKCIDENTA²

SAŽETAK

Ljudi su ključne sastavnice industrijskih procesa i uključeni su u njihovo oblikovanje, rad, održavanje i sl. Niti jedan korak u životnom ciklusu industrijskih postrojenja nije bez nekog oblika ljudskog utjecaja. Temeljena na ljudskoj prirodi, ljudska je pogreška moguća u svakome dijelu životnog ciklusa takvog procesa. Radni procesi općenito nisu dobro zaštićeni od mogućnosti ljudske pogreške sve dok je većina zaštitnih mehanizama fokusirana na kvarove opreme. Ljudska pogreška ima značajan utjecaj na rizike za većinu radnih procesa, a to je razvidno iz broja incidenata i akcidenata čiji se uzrok pripisuje tom faktoru. Vrlo je važno da čimbenici koji utječu na vjerojatnost pogreške budu identificirani i procijenjeni, tako da se mogu izvršiti potrebna poboljšanja procesa u području ljudskih čimbenika. Štoviše, poboljšanja u području ljudskih čimbenika mogu dovesti ne samo do poboljšanja u sigurnosti, već također i u kvaliteti, produktivnosti i zadovoljstvu zaposlenih.

Ključne riječi: ljudski čimbenici, pogreška, rizik, sigurnost

1. UVOD

1.1 Problematika i namjena rada

Procesna industrija tradicionalno puno pažnje polaže na čovjeka kao na čimbenika koji sudjeluje u svim fazama životnog vijeka jednog postrojenja; od faze projektiranja, izgradnje, kontrole, upravljanja, održavanja, do njegove razgradnje. Ipak, analitičari velikih industrijskih akcidenata podcrtavaju i naglašavaju ljudske čimbenike kao njihove glavne uzročnike.

Analitičari kazuju da se ljudska pogreška ne može smatrati samo jednostavnim nedostatkom pažnje, već je to u većini slučajeva posljedica negativnog direktnog ili indirektnog utjecaja ljudskih čimbenika, te da je svojstveno ljudskoj prirodi (*Errare humanum est*) da može pogriješiti u svakome dijelu radnog procesa.

Iznenaduje činjenica da su ljudski čimbenici možda najslabije razrađen aspekt u procesu upravljanja sigurnošću, usprkos svojoj evidentno velikoj ulozi u procjenama ukupnog rizika i nastanka akcidenta. Poboljšanja u domeni ljudskih čimbenika i njihovog utjecaja na procese mogu rezultirati ne samo unaprjeđenjem sigurnosti, već i kvalitete, produktivnosti i zadovoljstvom zaposlenih.

¹ Mr. sig., predavač, INA MAZIVA d. o. o., Radnička 175, Zagreb, Hrvatska. E-mail: davor.vukusic@ina.hr

² Datum primitka rada: 4. 1. 2016; datum prihvaćanja rada: 1. 4. 2016.

U vrijeme sveopćeg tehničko-tehnološkog razvoja i velikog udjela automatizacije i računalne tehnike u procesnoj industriji, uzroci akcidenta sve se više pomiču iz domene tehnike na čovjeka (Reason, 1990).

U 70-im i 80-im godinama prošlog stoljeća sigurnost se temeljila na prevenciji "tehničkih pogrešaka" kroz konstrukciju zaštitnih naprava, uređaja i barijera. Istraživanja niza velikih akcidenata u 80-im i 90-im godinama (*Three Miles Island, Chernobyl, Zeebruggs, King's Cross, Bophal* i dr.) naglašavaju utjecaj ljudskih čimbenika u uzrocima akcidenata, i to u prvome redu sociotehničkih i organizacijskih. Unatoč tome, procesna industrija još je uvijek sklona izolirano sagledavati samo tehničke rizike, a ne u kontekstu organizacije i utjecaja čovjeka (Vinnem, Kirwan, 2000).

Metode procjene rizika uglavnom su orijentirane na "golu" tehniku (engl. *hardware*) i preostali rizik pridružuju poglavito mogućim kvarovima na opremi, što stvara poteškoće oko definiranja uloge ljudskih čimbenika u takvim metodama, pa se postavlja pitanje korisnosti takvog pristupa procjenama rizika, kao alata pri donošenju odluka o upravljanju rizicima.

Ukazujući na važnost ljudskih čimbenika, ovaj rad treba indirektno pridonijeti boljoj valorizaciji i povećanju stupnja sigurnosti u procjenama rizika kroz rasvjetljavanje objektivnog utjecaja ljudskih čimbenika na uzrok akcidenta.

1.2 Cilj rada

Dok će jedan manji dio studije ljudskih čimbenika pridonijeti definiranju vjerojatnosti ljudske pogreške, veće se koristi očekuju od uočavanja i prepoznavanja važnosti ljudskih čimbenika, te povećanja ljudske pouzdanosti kroz poboljšanja u domeni ergonomije, radnih procedura, upravljanja, rukovođenja i organizacije rada.

Osnovni cilj rada je predstaviti i kritički prikazati metode procjene rizika bez provedene odgovarajuće studije ljudskih čimbenika. Osim toga, cilj rada je spoznati i potkrijepiti kako i u kojoj mjeri ljudski čimbenici utječu na pojavnost akcidenata.

Prethodno valja istražiti kako čovjek sa svojim atributima (značajkama) vrši interakciju sa svim komponentama određenog procesa. Treba utvrditi vrste, uzroke i mehanizme nastanka ljudske pogreške i njihov doprinos nastanku akcidenta.

1.3 Metode

U radu je metodom deskripcije izvršena šira teorijska analiza s pregledom literature i doprinosa eminentnih teoretičara iz područja studija ljudskih čimbenika, metoda procjene rizika i općenito sigurnosti u procesnoj industriji, iz razdoblja 80-ih prošlog stoljeća do početka ovog stoljeća, jer je upravo to vrijeme kada se radikalno mijenja pogled na ulogu ljudskih čimbenika u uzroku akcidenta.

Zajedničke karakteristike različitih tehnika, modela i pristupa istraživanju ljudskih čimbenika, ljudske pogreške i ljudske pouzdanosti metodom dedukcije sintetizirane su u jedinstveni pristup

istom problemu, te su dobiveni odgovori o stvarnom opsegu i utjecaju ovih elemenata u procjenama rizika, odnosno nastanku akcidenta.

2. PRISTUPI ISTRAŽIVANJU LJUDSKIH ČIMBENIKA

2.1 Pojmovno određenje

Pojam ljudskih čimbenika (engl. *Human factors*) predmet je različitih interpretacija, kako u literaturi, tako i u praksi.

Ponekad se pod ljudskim čimbenicima podrazumijeva interakcija između čovjeka i stroja (Gordon et al., 2003), a ponekad se taj pojam širi na utjecaj pojedinca, grupe ili organizacije na izvođenje cijelog radnog procesa (Vilpert, 2000).

Termin "ljudski čimbenik" ponekad se upotrebljava umjesto pojma "ergonomija" (Kirwan, 2002), dok neki teoretičari (Bea et al., 1996) razmatraju ljudske čimbenike uključujući ljude, opremu, sustav upravljanja, kulturu i okruženje.

Ljudski se čimbenici također u nekim studijama promatraju kao profesionalna disciplina koja se bavi poboljšanjem i integracijom ljudskog utjecaja u analizi, dizajnu, razvoju, implementaciji i uporabi radnih sustava (Widdowson, Carr, 2002).

Najčešće citirano određenje je definicija britanskog udruženja za zdravlje i sigurnost (HSE- od engl. *Health and Safety Executive*) koja govori da su ljudski čimbenici "faktori okruženja, organizacije posla i ljudskih individualnih karakteristika koje utječu na izvršenje radnog zadatka, na način da negativno afektiraju zdravlje i sigurnost".

U procesnoj industriji često međusobno izmjenjuju, bez jasnog razgraničenja, pojam "ljudskih čimbenika" i "ljudske pogreške" (Bellamy, 1996). Oba se pojma odnose na doprinos čovjeka uzroku akcidenta (Mearns, 2003), iako se pojam "ljudske pogreške" smatra manje opsežnim, tj. definira se samo "kao djelovanje koje po procjeni nekoga odudara od uobičajenog ili traženog" (Gordon et al., 2003).

U domaćoj se literaturi pojam "ljudskih čimbenika" temelji na psihofiziologiji rada (Bujas, 1959), tj. ljudski čimbenici predstavljaju kombinaciju psiholoških i fizioloških čimbenika, usko povezanih i nerazdvojivih, odnosno razdvojenih samo radi lakšeg razumijevanja svake grupe tih osobina (Stary, 2003).

Tablica 1. Tumač osnovnih pojmova

Pojam	Definicija
Akcident	Neočekivan i neželjen događaj koji za posljedicu ima ozljede i smrt ljudi, ozbiljne materijalne štete i utjecaj na okoliš, a dometa posljedica prelazi granice sustava.
Dizajn	Oblikovanost tehničko-tehnoloških sustava i radnih procesa u odnosu na ergonomske i sigurnosne zahtjeve.
Frekvencija	Broj promatranih događaja u određenom vremenskom intervalu.
Incident	Neželjen i neplaniran događaj s minimalnim utjecajem na zdravlje ljudi, okoliš i materijalnom štetom, a posljedice ne prelaze granice sustava.
Opasnost	Potencijal za nastanak štetnog događaja.
Pogreška	Odstupanje od željene ili očekivane akcije ili stanja. Akcija koja rezultira neočekivanim i neželjenim posljedicama.
Posljedice	Manifestacije akcidenta koje se razlikuju po težini i obliku.
Pouzdanost	Pouzdanost sustava ili opreme da neće doći do zastoja ili kvara u određenom vremenskom intervalu.
Rizik	Funkcija učestalosti nastanka neželjenog događaja i težine njegovih posljedica.
Sigurnost	Stanje bez prisutnosti opasnosti.
Vjerojatnost	Veličina bez dimenzije u rasponu od 0 do 1, a odnosi se na učestalost pojave nekog događaja.

2.2 Opseg ljudskih čimbenika

Temeljeno na različitim interpretacijama pojma "ljudski čimbenici", vidljivo je da se on odnosi na:

- osobne (individualne) čimbenike
- čimbenike radnog okruženja
- organizacijske čimbenike
- čimbenike fizičke strukture radnog mjesta.

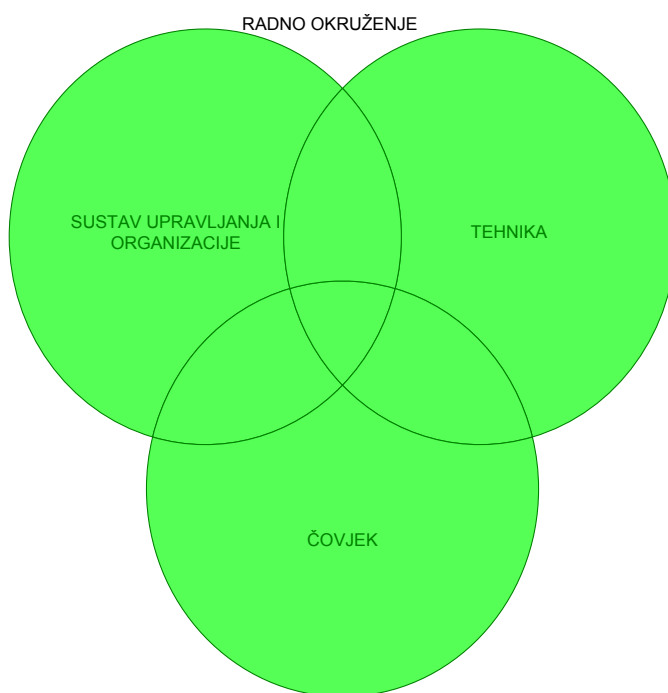
Da bi se definirao opseg utjecaja ljudskih čimbenika treba sagledati sve moguće interakcije čovjeka u procesu rada s: drugim ljudima, opremom (tehnikom), procedurama i pravilima, radnim zadatkom, mjestom rada, radnim okruženjem, organizacijom i upravljanjem.

U konačnici se pojam i opseg „ljudskih čimbenika” može svesti na zajednički nazivnik, a to su: čovjek, oprema (tehnika), sustav upravljanja i organizacije u određenom radnom okruženju (slika 1).

Stanje sigurnosti postiže se interakcijom tehničkih, organizacijskih i individualnih ljudskih čimbenika.

Kako bi se poboljšala interakcija među gore navedenim elementima i smanjili rizici na radnom mjestu, potrebna je integracija i primjena dostupnih znanstvenih saznanja o čovjeku, tehnici te organizaciji i upravljanju.

Slika 1. Opseg ljudskih čimbenika



Izvor: autor

Komentirajući gornju sliku, izdvajaju se četiri ključna elementa sigurnosti:

1. sigurno radno okruženje i kultura sigurnosti
2. sigurna oprema (tehnika)
3. sustav upravljanja (organizacije) sigurnošću
4. ponašanje i djelovanje čovjeka u skladu s principima sigurnosti.

Valja naglasiti da je ljudski čimbenik iz točke 4 ugrađen i u prethodne tri točke na indirektan način, što će se u nastavku rada povezati i obrazložiti uzročnicima akcidenta.

2.2.1 Tehničko-tehnološki čimbenici

Kada se govori o tehničko-tehnološkim čimbenicima kao sastavnom dijelu opsega ljudskih čimbenika, poglavito se misli na dizajn, tj. oblikovanje radnog mjesta i opreme, kao i način, kako oni mogu utjecati na ponašanje i djelovanje čovjeka s aspekta sigurnosti u procesu rada.

Dizajn radnog mjesta mora obuhvatiti: lokaciju radnog mjesta, razmještaj opreme, pristupačnost i preglednost opreme i tehničko-tehnološku zaokruženost.

Prilikom dizajniranja opreme posebnu pažnju valja obratiti na: sigurnosne uređaje i naprave, kontrolne uređaje, mjerne uređaje i ručne alate.

U oba slučaja mora biti udovoljeno osnovnim ergonomijskim principima, zakonskim odredbama i pravilima struke, kako u fazi projektiranja, tako i u fazi izvedbe, rada i održavanja tehničko-tehnoloških sustava.

2.2.2 Organizacijsko-upravljački čimbenici

Organizacijsko-upravljački čimbenici su među ljudskim čimbenicima posljednji prepoznati, ali trenutno im se u stručnoj literaturi i recentnim istraživanjima poklanja najveća pažnja. Sustav organizacije i upravljanja je kompleksan, a u kontekstu ljudskih čimbenika osobito je važno obratiti pozornost na: politiku i ciljeve sigurnosti, informacijske i komunikacijske tijekove, procedure i instrukcije, selekciju kadrova, trening zaposlenih i podobnost za izvršenje radnih zadataka, planove i programe rada i procjenu rizika.

Promjene u sustavu organizacije i upravljanja uvijek su dodatan faktor rizika, tako da gore navedene elemente valja u okviru takvih promjena zasebno sagledavati.

2.2.3 Individualni (osobni) čimbenici

Individualni (osobni) čimbenici nazivaju se i ljudskim čimbenicima u najužem smislu, jer izvire iz osnovnih značajki ljudskog bića, kao što su spol, dob, antropometrijske veličine, govor, osjetilne mogućnosti, spoznajne (kognitivne) mogućnosti, psihološko i fiziološko stanje, zdravstveno stanje, stručnost i kultura.

Ovi se čimbenici u literaturi nazivaju još i unutarnjim čimbenicima koji pogoduju nastanku akcidenta, a izravno su povezani s gore navedenim atributima ljudskog bića i predstavljaju nedovoljne sposobnosti (senzorne, motoričke, mentalne, mehaničke), nedovoljna znanja, nepovoljne osobine ličnosti, motiviranost, umor/stres pri radu, nepovoljno fiziološko stanje organizma i opterećenost osobnim problemima.

2.2.4 Čimbenici radnog okruženja

Svaka se ljudska aktivnost odigrava u određenom okruženju koje podrazumijeva stanje fizikalno-kemijskih parametara okoliša kao što su: rasvjeta, buka i vibracije, temperatura i vlažnost zraka, zračenja, prisutnost štetnih tvari i sl.

Stanje radnog okoliša može bitno utjecati na ljudski rad u smislu sigurnosti, odnosno nastanka akcidenta.

Osim ovih mjerljivih čimbenika koji utječu na ljudsko djelovanje, postoji još čitava paleta čimbenika koje je vrlo teško i kvalitativno odrediti, ali zasigurno utječu na ljudsko djelovanje i to kao čimbenici radnog okruženja: psihološki, sociološki, kulturni, politički, ekonomski, vjerski.

2.3 Potreba i koristi od studije ljudskih čimbenika

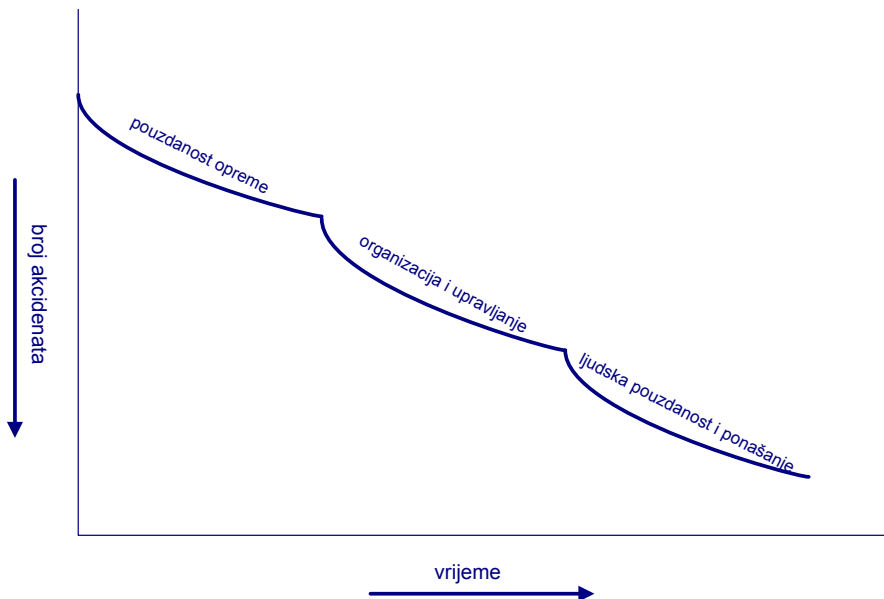
U osnovi svakog radnog procesa: u tvornici, u uredu, u radionici ili bilo gdje drugdje gdje se živi i radi, nalazi se čovjek, kao organizator, pokretač, proizvođač i potrošač.

Ljudi su ključne komponente svih radnih procesa i uključeni su u projektiranje (dizajn), rukovanje i rukovođenje, održavanje, nadzor i organizaciju procesa. Niti jedan korak u životnom ciklusu postrojenja nije bez ljudskog utjecaja. Svojestveno ljudskoj prirodi, ljudska je pogreška moguća u svakome dijelu takvog ciklusa (Embrey et al., 1994).

Proces nikada nije dovoljno zaštićen od ljudskog čimbenika i pogreške, dok god se pažnja bude usmjeravala jedino na pouzdanost opreme (tehnike) (Sanders, McCormick, 1993).

Na dijagramu 1 prikazana je brojnost akcidentata u odnosu na pažnju (vrijeme) koja se poklanja pouzdanosti opreme, organizaciji i upravljanju, te pouzdanosti i ponašanju čovjeka (Hojnacki, 2003).

Dijagram 1. Utjecaj ljudskog čimbenika na brojnost akcidentata



Izvor: Hojnacki (2003)

Ljudska pouzdanost i ljudsko ponašanje važan su faktor u procjeni rizika za mnoge procese, što pokazuju akcidenti s atributom ljudskog čimbenika kao što su: Piper Alpha, Filxborough i slični.

Pregledom recentne literature vidljivo je da analitičari procjenjuju i pripisuju 50 - 90 % industrijskih incidenata i akcidenata ljudskom čimbeniku, tj. ljudskoj pogrešci. Iz toga proizlazi da se, ako se ne razmatra utjecaj ljudskih čimbenika, tada analizira tek 10 – 50 % rizika u metodama procjene rizika.

Usprkos svemu navedenom, ljudskim se čimbenicima u procesnoj industriji poklanja malena pozornost.

2.4. Pregled tehnika, modela i pristupa istraživanju ljudskih čimbenika

Već je u uvodnom dijelu rečeno da se u procesnoj industriji pojam “ljudski čimbenik” često i bez jasnog razgraničenja izmjenjuje s pojmom “ljudske pogreške” (Bellamy, 1994).

Ljudska pogreška ili ljudska pouzdanost osnova su na kojoj se temelje gotovo svi modeli, tehnike i pristupi istraživanja ljudskih čimbenika te poglavito metode analize i procjene rizika.

Temeljeno na nalazima kako se ljudski čimbenici interpretiraju u metodama procjene rizika, može ih se podijeliti u dva osnovna sektora:

1. ljudsko djelovanje
2. PSF (engl. *Performance Shaping Factors*) - faktori koji utječu na ljudsko djelovanje

Ovdje je potrebno napomenuti da je ovo umjetna podjela zbog lakše kvalitativne i kvantitativne obrade ljudskih čimbenika u metodama procjene rizika. U praksi su oba gornja pojma najuže povezana i nerazdvojiva.

Ljudsko djelovanje valja promatrati u kontekstu stvarnih radnih uvjeta i čovjekove percepcije i njihova razumijevanja (kognicije).

Izraz “ljudsko djelovanje” može se razdvojiti na:

- *ljudsku pogrešku*
- *korekciju pogreške* (engl. *error recovery*).

2.4.1 Ljudska pogreška

Pojam ljudske pogreške pragmatično je definiran kao “svaka ljudska akcija ili aktivnost koja izlazi iz okvira prihvatljivosti, a gdje su granice okvira unaprijed zadane sustavom” (Swain, Guttman, 1980).

Prvi korak ka identifikaciji i evaluaciji ljudske pogreške je proces analize ljudske pogreške u smislu određenja uzroka i mehanizama nastanka pogreške, kao i tipova i oblika ljudske pogreške.

Brojni su pristupi ovom problemu, ali treba izdvojiti samo one koji su kao teoretska osnova poslužili razvoju najznačajnijih metoda i tehnika u procjenama ljudske pouzdanosti, odnosno u procjenama rizika.

Jedan od pristupa analizi ljudske pogreške je tretiranje ljudske pogreške kao „neuspješnog rješenja problema“.

Često citiran model koji podržava ovaj pristup je Rasmussenov, "vještina – pravilo - znanje", kao trostupanjski model (engl. *Skills – Rules – Knowledge - SRK*) (Rasmussen, 1993).

Analizirajući najširu bazu podataka o akcidentima u procesnoj industriji, kategorizirao je pogreške ovisno o tome jesu li ili nisu: procedure (radne upute) slijeđene, potrebne informacije bile dostupne u odgovarajućoj formi, informacije pogrešno tumačene.

Nadalje, zaključuje da će osoba upotrijebiti:

- *vještinu* ⇒ za jednostavne (besproblemske) radne zadatke
- *pravila* ⇒ za rutinske radne zadatke
- *znanje* ⇒ za nove radne zadatke

Model SRK prepoznaje tri tipa ljudskih pogrešaka (Rasmussen, 1987): zabune, propuste i kršenje pravila.

Analizirajući ljudske pogreške Reason prvi vrši njihovu podjelu na:

- *aktivne pogreške*
- *latentne pogreške*.

Reason latentne pogreške pridružuje dizajnu tehničko-tehnoloških sustava, organizaciji i upravljanju i lokalnim radnim uvjetima.

Model "aktivne i latentne pogreške", kao posebno interesantan za procesnu industriju i druge kompleksne tehnološke sustave u godinama tzv. "organizacijskog akcidenta", preuzeo je i dogradio Maurino (Maurino, 1995).

Već postojeća latentna pogreška nastala u organizaciji ili upravljanju u kombinaciji s lokalnim uvjetima na radnom mjestu može izazvati akcident.

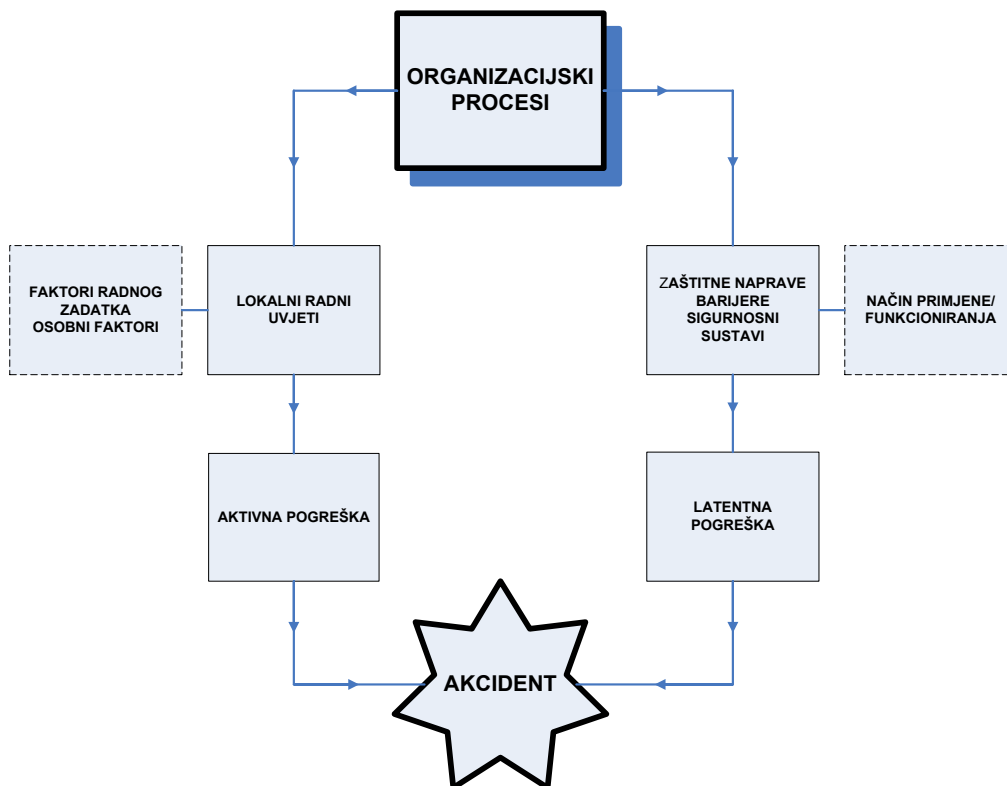
Maurino zaključuje da svaki tehnološki sustav ima sljedeće iste procese: organizaciju lokalne radne uvjete zaštitne naprave, barijere i sigurnosne krugove.

Pogreške koje su vezane uz radno mjesto i radni zadatak su uglavnom aktivne i pridružuju se operaterima u kontrolnim salama ili radnicima koji izvode radni zadatak.

Latentne pogreške dugo "spavaju" u sustavu dok se ne naruše zaštitni sustavi (barijere) i u kombinaciji s aktivnim pogreškama ne izazovu akcident. To su uglavnom pogreške u dizajniranju tehničko-tehnoloških sustava, upravljačkim odlukama, organizaciji, održavanju i sl.

Model uzroka akcidenta na slici 2 promatra utjecaj aktivne i latentne pogreške na akcident, kao na dinamičku interakciju ta dva tipa pogreške.

Slika 2. Model uzroka akcidenta



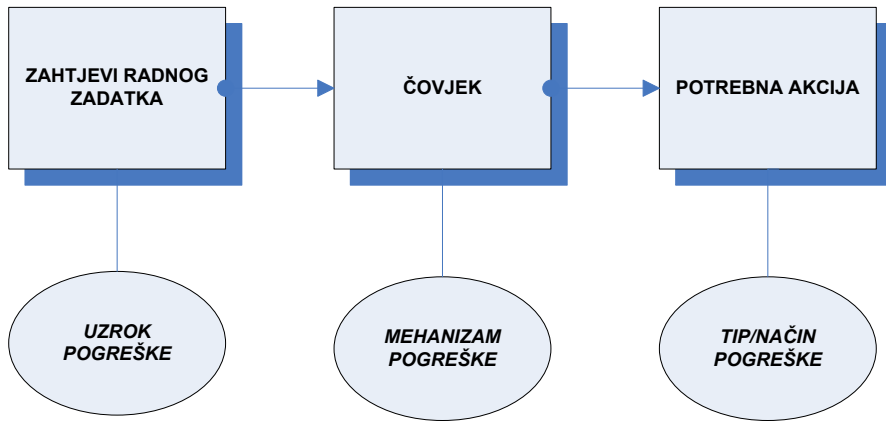
Izvor: Maurino (1995)

Jedan od najjednostavnijih načina analize i klasificiranja ljudske pogreške je onaj po načinu izvođenja aktivnosti (Baybutt, 1996):

- pogreška izazvana propustom (akcija nije izvedena)
- pogreška izazvana nepravilnim izvođenjem akcije
- pogreška izazvana nepotrebnom ili suvišnom akcijom umjesto predviđene.

Ova klasifikacija ne adresira uzroke ili mehanizme nastanka pogreške, iako su znanja o mehanizmima nastanka pogreške i uzrocima pogreške potrebna kako bi se izvršile korektivne aktivnosti na prevenciji ili umanjenu pogreške, a na slici 3 vidi se da su oni pridruženi zahtjevima radnog zadatka odnosno čovjeku.

Slika 3. Model ljudske pogreške



Izvor: Baybutt (1996)

Iz prethodno navedenog vidljivo je da je pri analizi ljudske pogreške potreban model koji će jednako dobro pokrivati aktivne i latentne pogreške.

Žarište mora biti na latentnoj pogrešci koja se krije u sustavu organizacije i upravljanja, te dizajnu sigurnosnih elemenata tehničko-tehnoloških sustava i individualnim ljudskim čimbenicima koji direktno generiraju aktivnu ljudsku pogrešku. Svi se ti elementi zajedno nazivaju i faktorima koji utječu na ljudsko djelovanje (PSF-ovi).

2.4.2 Faktori koji utječu na ljudsko djelovanje (PSF-ovi)

Iz samog naziva proizlazi da su PSF-ovi (engl. *Performance Shaping Factors*) neizbježan dio ljudskog djelovanja i sastavni dio dizajna radnih sustava, radnih operacija i interakcija čovjeka i kompleksnih tehnoloških sustava.

Jedna od definicija PSF-ova je da su to: "čimbenici koji utječu na učinkovitost ljudskog rada i vjerojatnost nastanka ljudske pogreške" (Bellamy, 1994).

PSF-ove treba svakako promatrati u razlici između latentne i aktivne pogreške.

PSF-ovi predstavljaju u biti latentnu pogrešku koja se krije u radnom okruženju, sustavu organizacije, individualnim osobinama čovjeka i direktno utječu na vjerojatnost aktivne pogreške. Stoga je važno definirati PSF-ove koji utječu na učinkovitost ljudskog djelovanja.

Pregledom literature utvrđeni su različiti pristupi analizi i definiranju PSF-ova. Kao primjer se može navesti razdioba PSF-ova prema kriteriju pridružuju li se oni radnom procesu, čovjeku ili ergonomiji (Bagnara et al., 1991).

Neki eminentni teoretičari iz područja ljudskih čimbenika (Hollnagel, 1998) u svojim radovima i metodama koriste samo set određenih glavnih PSF-ova:

- *kvaliteta organizacije*
- *radni uvjeti*
- *kvaliteta sučelja čovjek/stroj*
- *kvaliteta planova i procedura*
- *brojnost zadataka i podzadataka*
- *vrijeme za izvršenje radnog zadataka*
- *razina treninga i iskustva*
- *kvaliteta upravljanja.*

No, važno je istaknuti da u opsegu ovih glavnih PSF-ova stoji još cijeli spektar čimbenika koji određuju važnost i težinu dosad navedenih.

Daljnjom analizom literature dolazi se do zaključka da se spektar PSF-ova širi i vezuje uz već nabrojene čimbenike iz opsega ljudskih čimbenika, s time da latentne pogreške u tehničko-tehnološkim i organizacijsko-upravljačkim sustavima predstavljaju PSF-ove, jednako kao i čimbenici radnog okruženja i individualni (osobni) čimbenici.

2.4.3 Korekcija ljudske pogreške

Rizici koji proizlaze iz ljudske pogreške nisu fatalnost. Rizicima je moguće upravljati, a akcidenti kao posljedica pogreške su u domeni odgovornosti ljudskih odluka.

Koliko je važna analiza ljudske pogreške i njezin utjecaj na stupanj rizika, toliko je važna i mogućnost korekcije i umanjenja ljudske pogreške kako bi se rizici održavali na prihvatljivoj razini (Perrow, 1999).

Mjere kontrole rizika ljudskog čimbenika mogu se provesti kroz:

- *redukciju frekvencije ljudske pogreške*
- *umanjivanjem efekta ljudske pogreške*
- *iskorjenjivanjem okolnosti pod kojima se događa ljudska pogreška.*

Sve navedene mjere mogu se provoditi u četiri podsustava:

1. tehničko-tehnološkom
2. radnom okolišu
3. individualnom (radnik)
4. organizacijsko-upravljačkom.

3. PRIKAZ REZULTATA RADA

3.1 Uloga ljudskih čimbenika u uzroku akcidenta definirana preko modela aktivne i latentne pogreške

Analiza različitih pristupa, tehnika i modela studije ljudskih čimbenika provedene u prethodnom dijelu rada izdvaja dva koja na najjednostavniji način daju odgovore na problemska pitanja oko utjecaja ljudskog čimbenika u nastanku akcidenta:

- *model aktivne i latentne ljudske pogreške*
- *model SRK.*

Dosada se u literaturi tehničko-tehnološke i organizacijsko-upravljačke pogreške razdvajaju ili parcijalno povezuju s pojmom ljudskih čimbenika i ljudske pogreške. Kombinacijom ovih dvaju modela prikazana je na slici 4 nedvojbeno prisutnost ljudskog čimbenika na direktan ili indirektan način u uzroku svakog akcidenta.

Tri su glavna utjecaja na uzrok akcidenta:

- ČOVJEK ⇒ DIREKTNI ⇒ kroz aktivnu ljudsku pogrešku i pouzdanost čovjeka
- TEHNIČKO/TEHNOLOŠKI ⇒ INDIREKTNI ⇒ kroz latentnu pogrešku i pouzdanost tehničko/tehnološkog sustava
- UPRAVLJAČKO/ORGANIZACIJSKI ⇒ INDIREKTNI ⇒ kroz latentnu pogrešku u sustavu upravljanja i organizacije

Vrlo je važno naglasiti da su latentne pogreške u tehničko/tehnološkom sustavu i sustavu upravljanja/organizacije u stvari posljedica aktivne pogreške čovjeka u fazi dizajniranja tih sustava te se povezuju sa PSF-ovima, dakle faktorima koji direktno utječu na ljudsko djelovanje i aktivnu ljudsku pogrešku (slika 4).

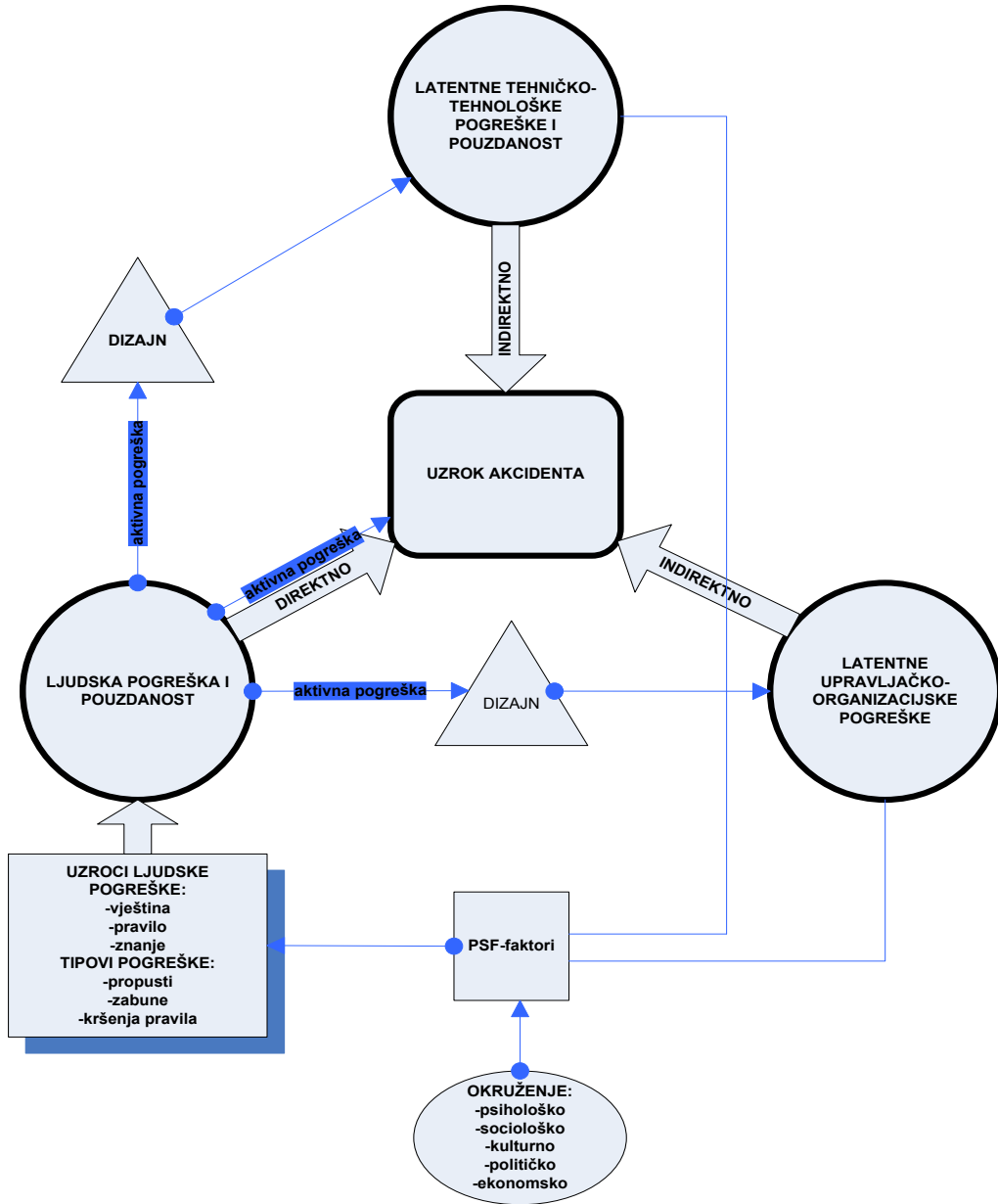
Čovjekovo okruženje preko PSF-ova također indirektno utječe na aktivnu ljudsku pogrešku, a ona je u korelaciji s uzrokom i tipom ljudske pogreške sukladno modelu SRK-a.

Model ljudskih čimbenika prikazan na slici 4 indirektno daje odgovor i na pitanje opsega ljudskih čimbenika, a tipično za procesnu industriju je da ljudske čimbenike valja potražiti u:

- *individualnim ljudskim osobinama*
- *tehničko-tehnološkom sustavu*
- *sustavu organizacije i upravljanja*
- *okruženju čovjeka.*

i njihovoj međusobnoj interakciji.

Slika 4. Kružni model ljudskih čimbenika i uzroka akcidenta



Izvor: autor

Čimbenici koji se vežu uz *individualne ljudske osobine* i koji se moraju staviti u daljnja razmatranja su:

- *stručnost*
- *motiviranost*
- *mentalni, senzorni, motorički i mehanički kapacitet*
- *spol, dob i zdravstveno stanje*
- *stres i umor*
- *iskustvo i uvježbanost.*

Ljudski je čimbenik ugrađen kroz aktivnu ljudsku pogrešku prilikom dizajniranja *tehničko-tehnoloških sustava*, stoga u opseg razmatranja posebice ulazi:

- *dizajn radnog mjesta*
- *dizajn opreme*
- *dizajn radnog zadatka*
- *dizajn radnog okruženja.*

Nadalje, latentne pogreške u sustavu *organizacije i upravljanja* produkt su ljudskog čimbenika i aktivne ljudske pogreške u prvome redu u:

- *dizajnu komunikacija*
- *dizajnu radnih procedura*
- *dizajnu informacijskih putova*
- *optimalizaciji radnih procesa.*

Naposljetku, u opseg ljudskih čimbenika valja uvrstiti i razmotriti i svekoliko *okruženje čovjeka*:

- *psihološko*
- *sociološko*
- *ekonomsko*
- *kulturno*
- *političko.*

Nabrojani faktori okruženja čovjeka jesu pasivni, ali u interakciji s individualnim ljudskim osobinama te tehničko-tehnološkim i organizacijsko-upravljačkim čimbenicima stoje u korijenu aktivne ljudske pogreške.

Model ljudskih čimbenika prikazan na slici 4 i njegov kružni tijek u kojemu latentna pogreška neprestano generira aktivnu ljudsku pogrešku pojašnjava i pojam i ulogu faktora koji utječu na ljudsko djelovanje (PSF-ovi). Vidljivo je da se PSF-ovi primarno odnose na individualne ljudske čimbenike, ali i na već spomenute latentne pogreške u radnom sustavu i radnom okruženju na koje kao sekundarni PSF-ovi utječu na ljudsko djelovanje i vjerojatnost aktivne ljudske pogreške.

Svojom pozicijom u lancu događaja koji uzrokuju akcident PSF-ovi omogućuju i korekciju ljudske pogreške poboljšanjem vlastitih parametara.

4. ZAKLJUČAK

Nakon analiza niza velikih industrijskih akcidenta s kraja prošlog stoljeća teoretičari sigurnosti težište pažnje sve više prebacuju s pouzdanosti opreme (tehnike) na ljudsku pouzdanost, odnosno ljudske čimbenike.

Kako su se istraživanja i saznanja o ljudskim čimbenicima razvijala, tako se mijenjao (širio) i opseg ljudskih čimbenika. Integrirajući brojne pristupe ljudskim čimbenicima i njihove nalaze, definiran je opseg ljudskih čimbenika koji obuhvaća osobne (individualne) čimbenike, tehničko-tehnološke, organizacijsko-upravljačke i čimbenike radnog okruženja.

Pojam "ljudskih čimbenika" se danas u teoriji sigurnosti i posebice procjenama rizika dijeli na ljudsko djelovanje i faktore koji utječu na ljudsko djelovanje (PSF-ove). Nadalje, ljudsko se djelovanje raščlanjuje na ljudsku pogrešku i korekciju ljudske pogreške.

Ljudska je pogreška, kao doprinos čovjeka uzroku akcidenta, postala predmetom različitih istraživanja iz kojih su se razvile različite tehnike i modeli koji objašnjavaju mehanizme nastanka, uzroke i tipove ljudskih pogrešaka.

Za procesnu industriju važna su dva modela ljudske pogreške: model aktivne i latentne pogreške i model pogreške temeljen na principu SRK-a.

Model "aktivne i latentne pogreške" pridružuje aktivnu ljudsku pogrešku samo dijelu čimbenika iz opsega individualnih (osobnih) čimbenika, točnije nedostatku sposobnosti i znanja, dok latentnu pogrešku pridružuje upravljanju i organizaciji, tehničko-tehnološkom sustavu i ostatku individualnih čimbenika. Važno je napomenuti da su i latentne pogreške ugrađene u tehničko-tehnološke sustave i organizaciju i upravljanje posljedica aktivne pogreške čovjeka u fazi dizajniranja (oblikovanja) tih sustava.

U uzroku svakog akcidenta se prema ovome modelu krije aktivna i latentna ljudska pogreška.

Model SRK povezuje aktivnu ljudsku pogrešku s uzrocima pogreške, a to su nedostatak vještine, nepoštovanje radnih pravila i nedostatak znanja. Kao rezultat ili posljedica prethodno navedenog javljaju se tri osnovna tipa pogreške: propusti, zabune i kršenja pravila.

PSF-faktori u biti predstavljaju latentne pogreške koje se kriju u individualnim osobinama čovjeka, radnom okruženju, dizajnu tehnološko-tehničkih sustava te organizaciji i upravljanju i izravno utječu na vjerojatnost aktivne pogreške čovjeka.

PSF-ovi mogu na pozitivan ili negativan način utjecati na vjerojatnost nastanka krajnje pogreške (akcidenta) te na korekciju ljudske pogreške kao pozitivan doprinos čovjeka umanjenju rizika od nastanka akcidenta koji se ostvaruje kroz poboljšanja na PSF-ovima.

“Kružni model ljudskih čimbenika i uzroka akcidenta” pokazuje međuovisnost i interakciju svih gore navedenih čimbenika. U uzroku svakog akcidenta čovjek sudjeluje tri puta, jednom izravno, preko aktivne ljudske pogreške i dva puta neizravno, preko latentne ljudske pogreške ugrađene u tehničko-tehnološki sustav i sustav organizacije i upravljanja, koje su u biti posljedica aktivne pogreške prilikom dizajniranja tih sustava.

U ovakvom kružnom toku PSF-ovi predstavljaju generator aktivne ljudske pogreške koji se napaja i latentnim pogreškama iz sustava organizacije i upravljanja i tehničko-tehnološkog sustava.

Radno okruženje dodatno utječe na težinu i kvalitetu PSF-ova.

Postojeće metode procjene rizika su pretežito fokusirane na pouzdanost tehničko-tehnoloških sustava, a manje ili gotovo nikako na pouzdanost čovjeka, odnosno pouzdanost sustava organizacije i upravljanja, stoga rezultati takvih procjena rizika mogu biti zavaravajući u smislu prihvatljivosti preostalog rizika, ako u iste procjene nisu na adekvatan način uključeni ljudski čimbenici.

LITERATURA

- Bagnara, S. et al. (1991) A human error taxonomy based on cognitive engineering and occupational psychology. San Diego: Academic Press
- Baybutt, P. (1996) The Treatment of Human Factors and Human Errors in Process Safety and Risk Management. Ohio: Primatech Inc
- Bea, B. et al. (1996) Introduction to Human and Organizational Factors in the Safety of Offshore Platforms. New Orleans: The University of California Berkeley and Primatech
- Bellamy, L. J. (1994) Organizational, Management and Human factors in Quantified Risk Assessment. Stockport: HSE
- Bellamy, L. J. (1994) The influence of human factors science on safety in the off-shore industry.-Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 1994, Vol 7.
- Bujas, Z. (1959) Psihofiziologija rada. Zagreb: Institut za higijenu rada Akademije znanosti i umjetnosti
- Embrey, D. et al. (1994) Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety.-Orlando, Center for Chemical Process Safety/AICHE
- Gordon, R. et al. (2003) Factoring the Human into Safety: Translating Research into Practice. -Norwich: University of Aberdeen, HSE Books
- Hojnacki, E. (2003) Behavior Based Safety and Human Factors Process at ExxonMobil. -Chemical Management Workshop, November 4 2003.
- Hollnagel, E. (1998) Cognitive reliability and error analysis method. -Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Kirwan, B. (2002) Strategies and tactical approaches for the integration of Human Factors into industrial organisations. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Maurino, D. (1995) Human Factors: Safety in High Technology Systems. Brookfield, VT Avebury
- Mearns, K. (2003) The development and evaluation of human factors and near miss reporting from the offshore oil industry. Aberdeen: HSE
- Perrow, C. (1999) Normal Accidents, Living with High - Risk Technologies. -Princeton: University Press

- Rasmussen, J. (1987) *The Definition of Human Error and Taxonomy for Technical System Design*. Illinois: John Wiley and Sons
- Rasmussen, J. (1993) *Perspectives on the concept of human error*. New Orleans: Society of Technology
- Reason, J. (1990) *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Sanders, M. S., McCormick, E. J. (1993) *Human Factors in Engineering and Design*. Princeton: McGraw-Hill, 7th edition
- Stary, D. (2003) *Ljudski čimbenici u zaštiti*. Zagreb: IPROZ
- Swain, A. D., Guttman, H. (1980) *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on the Nuclear Power Plant Applications*. Albuquerque: Sandia Labs
- Vinnem, J. E., Kirwan, B. (2000) *Safety of Production and Storage Vessels with Emphasis on Operational Safety*. Surrey: HSE
- Wilpert, B. (2000) *Organizational Factors in Nuclear Safety*. Tokyo: Universal Academy Press

A NEW VIEW OF THE ROLE OF HUMAN FACTORS IN CAUSING ACCIDENTS²

ABSTRACT

People are the key components of industrial processes. They are involved in the design process, operation, maintenance, etc. There is not a single step in industrial plants life cycle without some sort of human involvement. Based on human nature, human error is possible in all parts of the process life cycle. Processes are generally not well-protected from human errors since many safeguards are focused on equipment failure. Consequently, human error is an important contributor to risk for most processes. This is evidenced by the number of major accidents that have been attributed to this cause. Therefore it is vital that the factors influencing the likelihood of errors be identified and assessed to determine if improvements of the human factor in the design processes are needed. On the whole, improving human factors in the design processes can produce not only improvements in safety but it can also contribute to quality, productivity and employee job satisfaction.

Key words: human factors, error, risk, safety

¹ M.S. in OS, Lecturer, INA MAZIVA d.o.o, Radnička 175., Zagreb, Croatia. E-mail: davor.vukusic@ina.hr

² Received: 4. 1. 2016.; Accepted: 1. 4. 2016.

