

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**PREVENCIJA UTJECAJA LJUDSKOG ČIMBENIKA
U ZRAČNOM PROMETU**

Diplomski rad

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Steiner

Diplomandica: Morana Ivaković
JMBAG: 013121431

Zagreb, travanj 2007.

Zagreb, 12. prosinca 2006.

Zavod: Zračni promet

Predmet: Sigurnost u zračnom prometu

DIPLOMSKI ZADATAK

Pristupnik: MORANA IVAKOVIĆ

Matični broj: 0130121431

Smjer: Zračni

ZADATAK: Prevencija utjecaja ljudskog čimbenika u zračnom prometu

Opis zadatka:

- Uvodno postavljanje polazišta i ciljeva, pregled metodologije i strukture rada;
- Teorijsko definiranje ergonomije i ljudskog čimbenika u zračnom prometu;
- Analiza i elaboracija relevantnih elemenata istraživanja ljudskog čimbenika;
- Analiza teorijskih pristupa prevenciji ljudskog čimbenika;
- Analiza sustava sigurnosnog menadžmenta na primjeru Croatia Airlinesa
- Zaključak sa sublimiranim rezultatima.

Zadatak uručen pristupniku: 12. prosinca 2006.

Nadzorni nastavnik:

Prof. dr. sc. Sanja Steiner

Predsjednik povjerenstva
za diplomski ispit:

Djelovođa:

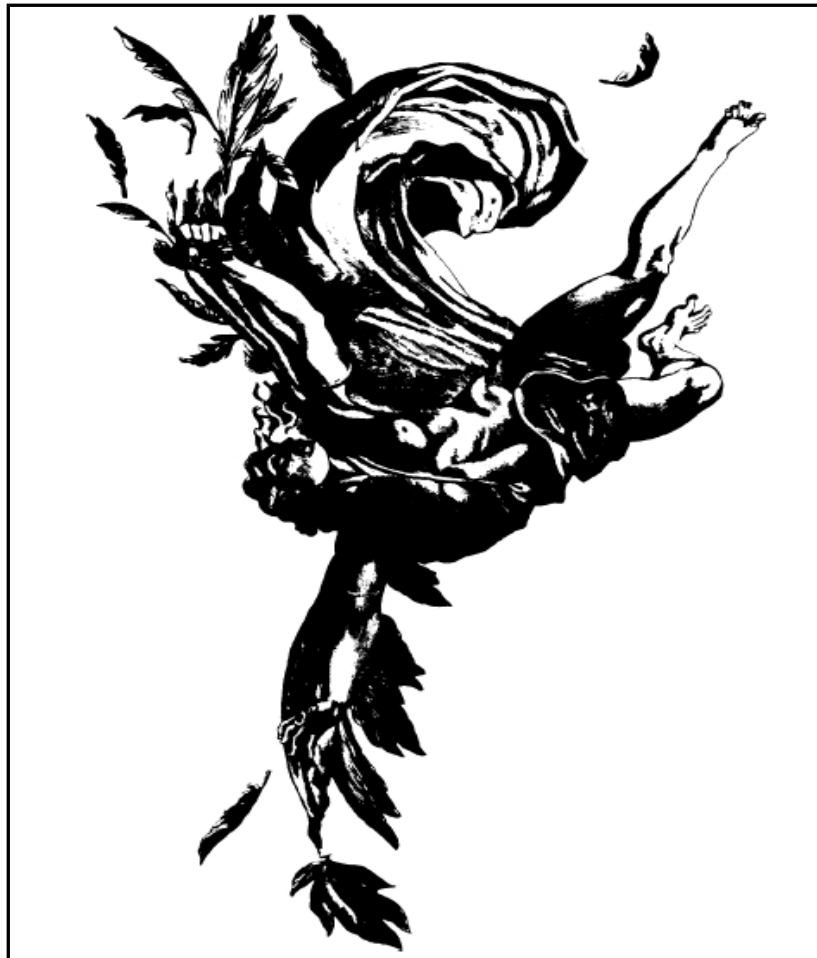
SADRŽAJ

1. UVOD.....	4
1.1. Definicija problema i predmeta istraživanja	4
1.2. Postavljanje svrhe i cilja rada.....	7
1.3. Struktura rada	7
1.4. Dosadašnja istraživanja	8
2. POJAM LJUDSKOG ČIMBENIKA U ZRAČNOM PROMETU	11
2.1. Psihofizičke značajke.....	13
2.1.1. Starenje.....	14
2.1.2. Umor i poremećaj bioritma	15
2.1.3. Stres.....	16
2.2. Pogreške u očitavanju letnih indikacija.....	18
2.3. Pogreške u transferu podataka	19
2.4. Vizualna percepcija	20
3. STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA PRIMARNE UZROČNOSTI LJUDSKOG ČIMBENIKA	22
4. KLASIFIKACIJA I ANALIZA UTJECAJNIH ELEMENATA LJUDSKOG ČIMBENIKA	29
4.1. Temeljni predmeti izučavanja ljudskih čimbenika.....	29
4.2. Ključna gledišta zrakoplovne industrije.....	31
4.3. Specifična sigurnosna područja	32
5. METODOLOGIJA PREVENCIJE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA	34
5.1. Sigurnosna kultura.....	34
5.1.1. Nacionalna kultura	36
5.1.2. Profesionalna kultura.....	37
5.1.3. Organizacijska kultura.....	37
5.2. Upravljanje pogreškama.....	38
5.3. Sustavi izvješćivanja	41
5.3.1. ASRS – Aviation Safety Reporting System.....	42
5.3.2. Pokazatelji praktične primjene ASRS sustava	43
5.3.3. Standardizirano školovanje i trenaža.....	49
5.3.3. Tehnički siport prevencije ljudskih pogrešaka.....	51
6. OSVRT NA SUSTAV SIGURNOSNOG MENADŽMENTA U HRVATSKOJ	57
7. ZAKLJUČAK	57
Literatura	59
Popis slika	61
Popis tablica	61

1. UVOD

1.1. Definicija problema i predmeta istraživanja

Starogrčka legenda o Dedalu i Ikaru mitologijska je priča o bijegu iz labirinta pomoću krila načinjenih od ptičjeg perja i voska. Kada se činilo da je misija uspjela, Ikar se vinuo prema Suncu, unatoč Dedalovim upozorenjima da ne leti visoko. Nije se obazirao na pozive svojeg oca pa mu je sunce spržilo krila te se srušio u more.



Slika 1. Ikar

Tako je po legendi Ikar postao prvi zrakoplovac, koji je pretrpio nesreću zbog svog nekorektnog ponašanja, ignoriranja operativne okoline i konstruktivnih nedostataka.

Povijest zrakoplovstva ispunjena je nizom tragičnih pokušaja čovjeka da se vine u zrak. Tragedije nesreća, po tradicionalnoj metodologiji prevencije, ujedno su bile i jedine lekcije za stalno unapređivanje sustava sigurnosti zračnog prometa.

Sigurnost je bila i ostala najvažnija tematika u razvoju zrakoplovne industrije. Kada se kompariraju ostale transportne industrije – pomorski, željeznički ili cestovni promet, zrakoplovna industrija drži superiorni sigurnosni status.

Unatoč tome, postoji kontinuirana briga o unapređenju zrakoplovne sigurnosti. Povećanje kapaciteta transportnih zrakoplova i trend rasta zračnog prometa opravdava ovu brigu.

Primjerice, zrakoplovi sa 300 do 500 sjedala danas su uobičajeni, a planira se izgradnja još većih zrakoplova. Rast prometa konzekventno uvjetuje i sve veću zakrčenost zračnih puteva, posebice oko velikih prometnih aerodroma.

Povećanje kapaciteta komercijalnih zrakoplova i trend prometnog rasta potenciraju i povećani senzibilitet za problematiku sigurnosti zračnog prometa. Novinski naslovi i opširno televizijsko izvješćivanje o zrakoplovnim nesrećama postati će još senzacionalnije, čak i ako razina sigurnosti zračnog prometa ostane ista. Kao posljedica porasta zračnog prometa, ista stopa nesreća rezultirati će većom stopom fataliteta.

Eskalirajući troškovi svake nesreće, iskazani ljudskim i financijskim gubitcima, uvijek su neprihvatljivi i ne mogu se tolerirati niti od strane industrije, niti od strane javnosti.

Civilno zrakoplovstvo je globalna industrija, koja postavlja zahtjeve i postiže vrlo visoke standarde. Sigurnosni standardi prema kojima trenutno funkcionira zrakoplovna industrija sadržana je u aneksima ICAO-a¹. Nova «blaga» regulativa u velikoj je mjeri obuhvaćena novim Pravilnikom o sigurnosnom menadžementu².

Rad specijalne komisije ICAO-a u postavljanju budućih komunikacijskih, navigacijskih i nadzornih sustava³ i razvoju nove koncepcije menadžmenta zračnog prometa⁴ svjedoči o kontinuiranoj važnosti, koju ICAO posvećuje razvijanju novih standarda prilagođenih novim tehnologijama.

Trebaju se sagledati radikalne promjene u zračnom prometu u zadnjih 20-ak godina. Deregulacija praćena liberalizacijom tržišta s ciljem razvoja konkurentnog okruženja bila je usvojena širom svijeta. Ekonomske promjene negativno su se odrazile na sigurnost zračnog prometa.

Putovanje zrakom je jedno od najsigurnijih vidova suvremenog masovnog transporta, ali je stopa sigurnosti ostala približno konstantna posljednjih godina. Izazov je daljnje podizanje razine sigurnosti tako da projicirano povećanje zračnog prometa, za koje se očekuje da će se udvostručiti tijekom iduće dekade, ne utječe na povećanje broja zrakoplovnih nesreća.

Unatoč boljem razumijevanju uzročnosti zrakoplovnih nesreća, razvoju novih tehnologija u projektiranju zrakoplova, novim standardima školovanja i licenciranja, preciznijoj znanstvenoj klasifikaciji ljudskih čimbenika – zrakoplovne nesreće i nezgode kontinuirano se i na dalje događaju. Ovi događaji često su rezultat odluka i akcija dobro obučениh i iskusnih pilota.

¹ ICAO - International Civil Aviation Organization.

² ICAO Safety Management Manual.

³ FANS - Future Air Navigation Systems.

⁴ CNS/ATM - Communications, Navigations and Surveillance/Air Traffic Management.

Postavljaju se, stoga, logična pitanja:

- Zašto iskusne i dobro uvježbane posade ponekad djeluju protivno svom iskustvu i obuci te izazivaju nesreće?
- Da li su baš pogreške posade glavni uzroci u lancu okolnosti koji dovodi do nesreće?

Istraživanje u ovom diplomskom radu temelji se na promjenama u metodologiji prevencije zrakoplovnih nesreća odnosno sigurnosnom menadžmentu zračnog prometa. Dosadašnja reaktivna koncepcija modeliranja preventivskih programa temeljila se isključivo na analizi uzroka zrakoplovnih nesreća nakon što se nesreća dogodila. Takav pristup rezultirao je i tradicionalnom percepcijom ljudskog čimbenika izučavanjem elemenata čovjeka izvan konteksta njegovih relacija sa ostalim elementima (tehnika, održavanje, menadžment itd.). Nova proaktivna koncepcija prevencije bazira se na analizi uzroka u fazama latencije kada do nesreće još nije došlo – izvanredni događaji, nezgode itd. Ta je koncepcija metodološki označena cijelim nizom instrumenata, od sustava izvješćivanja do novog pristupa percepciji ljudskog čimbenika. Predmet istraživanja ljudskog čimbenika u tom je smislu klasificiran na brojne aspekte u relaciji čovjeka i njegove okoline.

Poimanje ergonomije kao preteče ljudskih čimbenika datira iz doba industrijske revolucije, ali u znanstvenu disciplinu razvilo se tokom II. svjetskog rata. Priznato je da se u dizajniranju pilotske kabine (cockpita) u obzir mora uzeti utjecaj, koji komande i indikatori leta imaju na čovjeka. Inženjeri za dizajniranje fokusirali su se na razvoj tehnologije dok su industrijski psiholozi radili na tome da smanje udio uzročnosti čovjeka u zrakoplovnim nesrećama. Ergonomski pristup u projektiranju zrakoplova, stoga ima presudnu ulogu u optimiranju pouzdanosti ljudskog čimbenika u zračnom prometu .

Ljudska pogreška je dokumentirana kao primarni uzrok više od 70% nesreća komercijalnih zrakoplova. Iako često povezivana sa letnim operacijama, ljudska pogreška recentno je, također, detektirana kao problem, ne samo u letačkoj operativi, već i u održavanju i menadžmentu zračnog prometa. Stručnjaci za ljudske čimbenike rade sa inženjerima, pilotima i mehaničarima kako bi primijenili najnovija saznanja o korelacijama ljudskih performansi i operativnog okruženja u suvremenim komercijalnim zrakoplovima te kako bi pomogli operaterima da poboljšaju sigurnost i učinkovitost njihovih operacija.

Termin ljudskih čimbenika aktualizirao se osamdesetih godina prošlog stoljeća slijedom statističkih indikacija o dominantnom udjelu ljudskih pogrešaka kao primarnog uzroka zrakoplovnih nesreća u komercijalnom zrakoplovstvu.

U zrakoplovstvu, istraživanje ljudskih čimbenika posvećeno je što boljem shvaćanju ljudskih sposobnosti, ograničenja i drugih karakteristika s ciljem optimiranja sigurnosnih, ekonomskih i tehnoloških učinaka. Sva nova saznanja kontinuirano se integriraju u sustave dizajniranja,

školovanja, pravila i procedure kako bi se pridonijelo sigurnosti i učinkovitosti zrakoplovne operative.

Unatoč znatnom ulaganju u tehnologiju, istraživanje ljudskih čimbenika i nadalje ostaje glavni «manevarski prostor» za prevenciju zrakoplovnih nesreća i unapređenje sigurnosti u zrakoplovnoj industriji.

1.2. Postavljanje svrhe i cilja rada

Globalizacijski procesi i očekivani rast, poglavito međunarodnog prometa zrakoplova, nužno pretpostavlja i ustrojavanje odgovarajućeg sustava sigurnosti zračnog prometa u prevenciji zrakoplovnih nesreća, koji bi svojom institucionalnom, organizacijskom i tehničko-tehnološkom dimenzijom bio primjenjiv u opće praktičnom i sigurnosno-preventivnom smislu.

Iz postavljene problematike i njene argumentacije proizlazi svrha istraživanja u ovom diplomskom radu – teorijska analiza metodoloških pristupa u prevenciji zrakoplovnih nesreća odnosno dominantne primarne uzročnosti – ljudskih pogrešaka.

Glavni cilj istraživanja u diplomskom radu usmjeren je na teorijsko definiranje ljudskih čimbenika u zračnom prometu, njihovu klasifikaciju i integraciju u preventivne programe i sigurnosni menadžment zračnog prometa.

1.3. Struktura rada

Diplomski rad je sadržajno koncipiran u sedam poglavlja. U Uvodu je postavljena problematika istraživanja, svrha i cilj, te dosadašnja istraživanja i struktura rada.

Drugi dio rada, Pojam ljudskog čimbenika u zračnom prometu, analizira kontekst razvoja znanstvene discipline ljudskih čimbenika i teorijski obrađuje poimanje ljudskih čimbenika u zračnom prometu te sadržaj izučavanja te discipline.

Treći dio rada, Statistička analiza zrakoplovnih nesreća primarne uzročnosti ljudskih čimbenika, usmjerena je na kategorizaciju uzročnih čimbenika u bilanci zrakoplovnih nesreća i statističku analizu relevantnih podataka o zrakoplovnim nesrećama uzrokovanim ljudskim pogreškama.

U četvrtom djelu rada Klasifikacija i analiza utjecajnih elemenata ljudskih čimbenika, raščlanjuju se svi aspekti među-utjecaja ljudskih čimbenika u sustavu zračnog prometa. Ovaj

se dio bazira na raspoloživim podacima o tekućem projektu Europskog savjetodavnog odbora Fondacije za sigurnost letenja⁵ izrade operativnog alata u prevenciji ljudskih čimbenika.⁶

U petom dijelu, Metodologija prevencije zrakoplovnih nesreća, elaborira se razlika između tradicionalne i proaktivne metodologije prevencije zrakoplovnih nesreća i sugerira implementacija koncepcije sigurnosne kulture u sustavu zračnog prometa i normiranje mehanizama prikupljanja i procesiranja sigurnosnih podataka u fazama latencije. S obzirom na statističke pokazatelje, koji potvrđuju najučestaliju pojavu zrakoplovnih nesreća u završnim fazama leta, primarnu uzročnost ljudskih pogrešaka i dominantnu kategoriju CFIT nesreća, u ovom se poglavlju specificiraju ključni sadržaji prevencije ljudskih čimbenika.

Šesti dio rada, Osvrt na sustav sigurnosnog menadžmenta u Hrvatskoj, valorizira postojeće stanje i identificira prisutne slabosti nacionalnog sustava zračnog prometa odnosno regulatornog sustava i metodologije prevencije zrakoplovnih nesreća. Tendencija uključivanja Hrvatske u europski i svjetski prometni sustav nalaže implementaciju zahtijevanih sigurnosnih normi u nacionalnu podzakonsku regulativu, kao i modela prevencije zrakoplovnih nesreća uz definiranje mehanizama nadzora njihove primjene u operativi.

U posljednjem dijelu sintetiziraju se zaključci diplomskog rada.

1.4. Dosadašnja istraživanja

Strategijsko planiranje razvoja zračnog prometa uključuje valorizaciju sustava i identifikaciju relevantnih elemenata prometne politike, te je ishodište usvajanja razvojnih smjernica i donošenja odluka u tijelima zrakoplovne vlasti. Usporedno zrakoplovna industrija permanentno investira u školovanje, opremu i tehnološke sustave, koji imaju dugoročne razvojne implikacije. Kako je dinamika tehnološkog razvoja brža od sagledavanja i projekcije mogućnosti ljudske interakcije s njome, industrija ne može više toliko ovisiti o iskustvu i intuiciji u donošenju odluka koje se odnose na ljudske performanse. Boeing je pristupio sustavnom rješavanju tih problema specijalizacijom tima stručnjaka za ljudske čimbenike, prvotno sastavljenog od iskusnih pilota i mehaničara. U početku fokusirani na ergonomske aspekte dizajniranja komandne ploče, grupa od oko 30-ak stručnjaka proširila je domenu istraživanja na više relevantnih disciplina, kao što su kognitivna psihologija, ljudske performanse, psihologija, vizualna percepcija, ergonomija, te korelacija čovjeka i informatičke tehnologije (automatizacije). Rezultati njihovih istraživanja, te sinergija znanja i iskustava u velikoj mjeri pridonosi dizajniranju Boeingovih zrakoplova i opreme, koji pomažu ljudima u obavljanju složenih zadataka i time kompenziraju njihova prirodna psiho-fizička

⁵ FSF EAC – Flight Safety Foundation European Advisory Committee.

⁶ HFTK – Human Factors Tool Kit.

ograničenja. Kako optimiranje ljudskih performansi može pomoći industriji u smanjenju postotka nesreća komercijalnih zrakoplova, najviše se pažnje usredotočuje na korelaciju čovjeka i aviona te razvijanje procedura za posadu zrakoplova i tehničare održavanja. Ekspertni tim Boeinga nakon projektiranja i izgradnje zrakoplova nastavlja istraživati ljudske performanse u razdoblju eksploatacije zrakoplova kako bi se osigurao «feed back» s ciljem kontinuiranog unapređivanja zrakoplovne tehnike. Stručnjaci za ljudske čimbenike slijedom prikupljenih povratnih informacija iz operativnog sustava razvijaju metodologiju upravljanja ljudskim pogreškama. To zahtijeva zajednički rad specijalista različitih profila koji mogu integrirati sve aspekte ljudskih čimbenika u tehnologiju produkcije Boeingovih zrakoplova.

Donedavna konvencionalna istraživanja u okviru sigurnosnih resora međunarodnih – ICAO, i regionalnih organizacija – FAA⁷/NTSB⁸; ECAC⁹/JAA¹⁰, obavljana su retroaktivno.

Nakon nesreće poduzimali su se koraci za određivanje uzroka nesreće i usvajale mjere prevencije za sprječavanje ponovnih nesreća.

Ova se metoda pokazala metodološki nedostatnom, pa su novija istraživanja, utemeljena na povjerljivom sustavu izvješćivanja proaktivna jer djeluju unaprijed, primjenom prevencije uz kontrolu, poduzimaju se akcije prije nego se nesreća dogodi. Praktična primjena rezultata istraživanja u razvijenim zemljama u obliku preventivnih mjera i normi odražava se smanjenjem stope nesreća i većom razinom sigurnosti u izvođenju letnih operacija. Opisana metodologija u operativnoj je primjeni kod utemeljenih nezavisnih organizacija za sigurnost zračnog prometa u zemljama s najvišim sigurnosnim standardima, primjerice Australiji, Kanadi, SAD-u, Novom Zelandu. Isti metodološki pristup zastupljen je u istraživačkim institutima najjačih predstavnika zrakoplovne industrije (Boeing, Airbus).

Ciljana istraživanja ljudskih čimbenika u zračnom prometu inicirao je prof. Earl Wiener sa Sveučilišta u Miamiu. Osim, sad već antologijskog, izdanja knjige Human Factors in Aviation, istraživanja prof. Wienera rezultirala su normiranjem naprednog programa školovanja i trenaže Cockpit Resource Management.

Recentna istraživanja modela prevencije zrakoplovnih nesreća baziraju se na izučavanju fenomena ljudskog čimbenika i njegove pouzdanosti u socio-kulturološkom kontekstu na profesionalnoj, organizacijskoj i nacionalnoj razini. Istraživački projekti Sveučilišta u Texasu, koje vodi prof. Robert Helmreich za potrebe Američke zrakoplovne uprave aktualno su najreferentniji u smislu novih nekonvencionalnih izučavanja problematike sigurnosti zračnog prometa, a predstavljaju nadogradnju temeljnih spoznaja dosadašnjih istraživanja, prvenstveno projekata predvođenih prof. Wienerom.

⁷ FAA - U.S. Federal Aviation Administration

⁸ NTSB - U.S. National Transportation Safety Board

⁹ ECAC – European Civil Aviation Conference

¹⁰ JAA - Joint Aviation Authorities

U Europi su referentnija istraživanja problematike ljudskih čimbenika u zračnom prometu vezana za prof. Jamesa Reasona sa Sveučilišta u Manchesteru. Reasonov model «Swiss Cheese» opće je prihvaćen koncept tumačenja pojavnosti nesreća, a metodologija prevencije usmjerena je na razvijanje sustava upravljanja pogreškama.¹¹

Razvoj sustava sigurnosnog menadžmenta u zračnom prometu na globalnoj razini potenciran je devedesetih godina ICAO programom Sigurnost letenja i ljudski čimbenici,¹² koji je u dvadesetak publikacija¹³ teorijski raščlanio i razradio ljudske čimbenike sa svih aspekata zrakoplovne regulative i operative. U sklopu tog je programa održano nekoliko svjetskih kongresa, koji su u velikoj mjeri pridonijeli diseminaciji rezultata istraživanja ljudskih čimbenika u zračnom prometu, razvoju nove metodologije prevencije i sigurnosnog menadžmenta u zračnom prometu, te pridonijeli smanjenju primarne uzročnosti ljudskih pogrešaka u bilanci zrakoplovnih nesreća za 20 posto.

U Hrvatskoj su istraživanja tematike sigurnosti zračnog prometa u velikoj mjeri pratila vanjska postignuća. U nastavnim programima diplomskih i poslijediplomskih studija aeroprometnog smjera Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu profiliran je poseban kolegij Sigurnost zračnog prometa, a znanstvena produkcija osigurana je sklopom znanstvenih projekata «Konceptija razvoja zračnog prometa Hrvatske (1998.-2002.), Planiranje i razvoj zračnog prometa Hrvatske (2002.-2006.) te aktualno u sklopu projekta Strategijsko modeliranje razvoja zračnog prometa.

Problematika ljudskih čimbenika u zračnom prometu, po svojoj tematskoj obuhvatnosti i metodološkoj složenosti istraživanja, te sve progresivnijoj integraciji u međunarodnoj zrakoplovnoj normativi i u politici upravljanja zrakoplovnom operativom, zahtijeva zasebno izučavanje i detaljniju razradu.

¹¹ Izvorno: Error Management.

¹² Izvorno: Flight Safety and Human Factors.

¹³ Human Factors Digests.

2. POJAM LJUDSKOG ČIMBENIKA U ZRAČNOM PROMETU

Usprkos velikom napretku u projektiranju, proizvodnji i eksploataciji zrakoplova tijekom posljednjih pedeset godina, koji se potvrđuje ustaljenim smanjenjem pojava nesreća, osnovna je zadaća u daljnjem razvoju civilnog zrakoplovstva usmjerena na postizanje bolje interferencije između zrakoplova, okoline i letačkog osoblja. Proizvođači zrakoplova ulažu velike napore u unapređenje zrakoplovnih struktura, sustava i motora, a nadležne uprave čine pozitivne pomake u reguliranju nacionalnih sustava kontrole letenja i aerodromske operative. Pilotu preostaju vlastiti resursi, koji su ostali nepromijenjeni od vremena ranog razvoja zrakoplovstva - isti broj osjeta: vizualni (vid), auditorni (sluh), taktilni (dodir), kinestetski (muskulatura), ravnoteže, olfaktorni (njuh), okusa, hladnoće, topline i boli - od kojih su prvih pet iznimno važni u selekciji i školovanju pilota.

Čovjekovo ponašanje i njegove značajke najčešći su uzrok većine zrakoplovnih nesreća. Povećanjem učestalosti zrakoplovnih nesreća, razmjerno je povećana potreba boljeg definiranja tog dominantnog uzročnika te efektivnije primjene rezultata njegovog istraživanja. Širenjem svjesnosti o ljudskim čimbenicima, svjetsko zrakoplovstvo dobiva priliku da postane sigurnije i djelotvornije. Otkako su ljudi počeli izrađivati oruđe, tisuće godina unatrag, primjena elementarne ergonomije znatno je unapređivala učinkovitost rada. Ali suvremeni razvoj ergonomije i ljudskog čimbenika započeo je tek unazad sto godina. Institucionalizacija ljudskog čimbenika ili ergonomije započela je osnivanjem pojedinih organizacija, kao što su Ergonomsko istraživačko društvo (1949) i Međunarodno ergonomsko udruženje (1959). Spoznaja o potrebi osnovne edukacije o ljudskim čimbenicima u zrakoplovnoj industriji dovela je do različitog pristupa normativi školovanja i trenaže u nekim zemljama. Do te spoznaje nažalost došlo se je 1977. nakon sudara dvaju zrakoplova gdje su izgubljena 583 ljudska života. Nesreća je bila rezultat niza nepravilnosti uzrokovanih ljudskim pogreškama.

Znatan pomak u istraživanju ljudskog čimbenika u zrakoplovstvu omogućen je u Americi 1976. utemeljenjem ASRS¹⁴-sustava izvješćivanja u nadležnosti FAA i NASA¹⁵-e koji se temelji na prikupljanju i obradi velikog broja podataka, koje piloti i ostalo zrakoplovno osoblje osiguravaju na dobrovoljnoj osnovi uz jamstvo povjerljivosti. Kasnije su na istom načelu ustanovljeni sustavi izvješćivanja u Engleskoj (CHIRP), Kanadi (CASRP) i Australiji (CAIR). Svrha ovih izvješća nije u tome da se ustanovi utjecaj ljudskog čimbenika u prošlosti, već u sadašnjosti i da se osigura što bolji napredak u budućnosti. Također nije im niti svrha da

¹⁴ ASRS – Aviation Safety Reporting System.

¹⁵ NASA – National Aeronautics and Space Administration.

zamjene tečajeve i knjige bazirane na višegodišnjem iskustvu. Već im je svrha da omogućé što bolje upoznavanje subjekta i da potaknu korištenje dostupnih izvora edukacije i trenaže. Optimiranje uloge čovjeka u njegovoj složenoj radnoj sredini uključuje sve aspekte ljudskih značajki i ponašanja: donošenje odluka i druge misaone (kognitivne) procese; oblikovanje indikatora, kontrolnih i letnih uređaja te izgled kabine, komunikaciju i kompjutorsku podršku; proceduralnu podršku u obliku karata i operativnih priručnika itd. Saznanja vezana za ljudski aspekt u zrakoplovstvu sve progresivnije se koriste u selekciji osoblja, trenaži i provjerama te ispitivanju zrakoplovnih nesreća.

Istraživanja ljudskog aspekta usmjerena su na ljude u njihovim životnim i radnim situacijama, na njihov odnos sa strojevima, s propisima (procedurama), s okolinom koja ih okružuje te s drugim ljudima. Multidisciplinarna dimenzija (inženjerstvo, psihologija, medicina, sociologija, antropometrija itd.) čini definiranje pojma “čimbenik čovjek” iznimno složenim. Recentni izvori u području zrakoplovstva prihvaćaju sljedeću definiciju: “Ljudski čimbenik primjenjena je tehnika (tehnologija) usmjerena na optimiranje odnosa između ljudi i njihovih aktivnosti, pomoću sustavne aplikacije humanističkih znanosti, integriranih unutar okvira inženjerskog sustava”.¹⁶ Iako se u brojnim izvorima predmet izučavanja ergonomije ograničuje na međurelaciju čovjeka i stroja, pojam ergonomije¹⁷ se pri izučavanju ljudskog aspekta u zrakoplovstvu, u širem kontekstu, poistovjećuje s pojmom ljudskog čimbenika te definira kao “znanost o djelotvornosti čovjeka u njegovoj radnoj okolini”.¹⁸

Radi raščlambe ljudskog čimbenika na sastavne komponente i opisa njihovih međudjelovanja, uvriježena koncepcija sustava čovjek-stroj –okolina sedamdesetih je godina prošlog stoljeća dopunjena komponentom regulativne podrške i teorijski interpretirana kao koncepcijski model SHEL.¹⁹

Komponente SHEL modela su:

S = Software (regulativna podrška)

H = Hardware (stroj)

E = Environment (okolina)

L = Liveware (čovjek)

Taj model ne tretira međuzavisnosti komponenata, koje su irelevantne za tumačenje ljudskog aspekta, kao što su relacije stroj-stroj, stroj-okolina ili stroj-regulativa. Središnja komponenta SHEL koncepcije je čovjek, a sve ostale komponente imaju funkciju podrške odnosno trebaju biti prilagođene i usklađene s potrebama i ograničenjima čovjeka radi optimiranja njegove

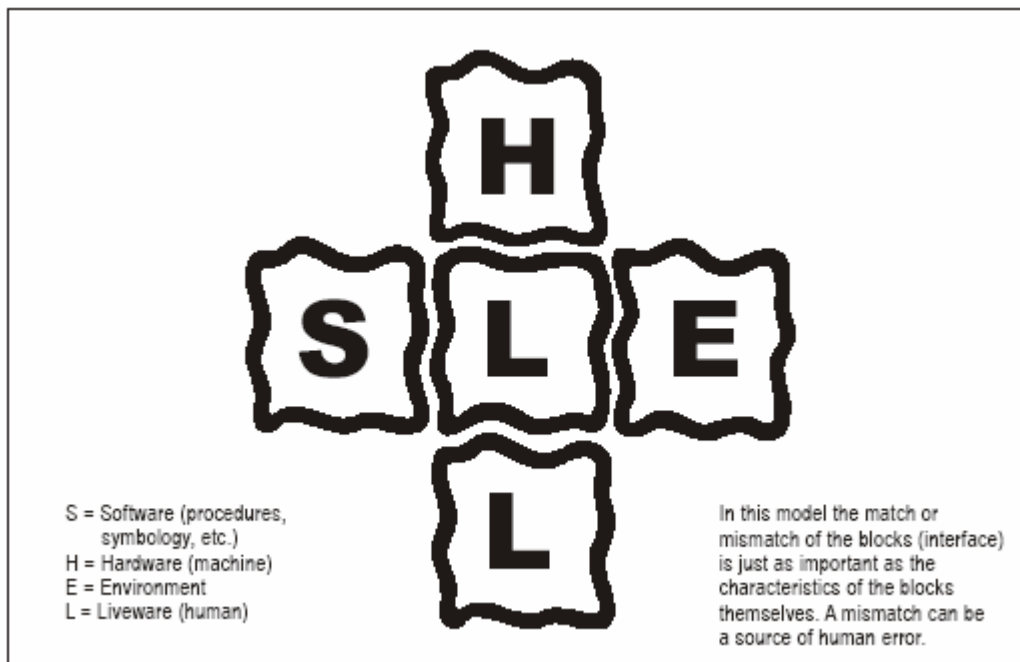
¹⁶ Definiciju i teorijsku postavku čimbenika čovjek izložio je prof. Elwyn Edwards početkom 70-ih godina.

¹⁷ Riječ ergonomija složenica je izvorno grčkih riječi ergon (rad) i nomos (zakon prirode). Pojam ergonomije definirao je 1949. godine prof. Hywell Murrell kao “znanost o čovjeku u njegovoj radnoj okolini”.

¹⁸ cf. Human Factors Digest No. 1: Fundamental Human Factors Concepts. ICAO, Montreal, 1989, p. 4.

¹⁹ SHEL model teorijski je razvio Edwards 1972. godine, a modificirao ga je Hawkins 1975. godine.

učinkovitosti. SHEL koncepcijom definirana su četiri oblika međudjelovanja komponenata: čovjek-stroj, čovjek-regulativna podrška, čovjek-okolina i čovjek-čovjek.



Slika 2. SHEL model

2.1. Psihofizičke značajke

Optimiranje uloge čovjeka u njegovoj složenoj radnoj sredini uključuje sve aspekte ljudskih značajki i ponašanja: donošenje odluka i druge misaone (kognitivne) procese; oblikovanje indikatora, kontrolnih i letnih uređaja te izgled kabine, komunikaciju i kompjutorsku podršku; proceduralnu podršku u obliku karata i operativnih priručnika itd. Saznanja vezana za ljudski aspekt u zrakoplovstvu sve progresivnije se koriste u selekciji osoblja, trenazi i provjerama te ispitivanju zrakoplovnih nesreća.

Istraživanja ljudskog aspekta usmjerena su na ljude u njihovim životnim i radnim situacijama, na njihov odnos sa strojevima, s propisima (procedurama), s okolinom koja ih okružuje te s drugim ljudima. Multidisciplinarna dimenzija (inženjerstvo, psihologija, medicina, sociologija, antropometrija itd.) čini definiranje pojma “čimbenik čovjek” iznimno složenim. Recentni izvori u području zrakoplovstva prihvaćaju sljedeću definiciju: “Ljudski čimbenik primjenjena je tehnika (tehnologija) usmjerena na optimiranje odnosa između ljudi i njihovih aktivnosti, pomoću sustavne aplikacije humanističkih znanosti, integriranih unutar okvira inženjerskog sustava”.²⁰ Iako se u brojnim izvorima predmet izučavanja ergonomije ograničuje na međurelaciju čovjeka i stroja, pojam ergonomije²¹ se pri izučavanju ljudskog

²⁰ Definiciju i teorijsku postavku čimbenika čovjek izložio je prof. Elwyn Edwards početkom 70-ih godina.

²¹ Riječ ergonomija složena je izvorno grčkih riječi ergon (rad) i nomos (zakon prirode). Pojam ergonomije definirao je 1949. godine prof. Hywell Murrell kao “znanost o čovjeku u njegovoj radnoj okolini”.

aspekta u zrakoplovstvu, u širem kontekstu, poistovjećuje s pojmom ljudskog čimbenika te definira kao “znanost o djelotvornosti čovjeka u njegovoj radnoj okolini”.²²

2.1.1. Starenje

Proces starenja nesporno ima negativne implikacije na psihofizičke sposobnosti, a poglavito na koordinaciju cerebralne aktivnosti i vizualne funkcije, koja je za pilota najvažnija. Znanstvena istraživanja su pokazala da cerebralne funkcije slabe tijekom vremena, pa se primjerice vrijeme potrebno za pritisak tipke nakon optičkog ili akustičkog znaka povećava za oko 20% između dobnih granica 20 i 60 godina. Tijekom starenja smanjuje se količina informacija koja se po jedinici vremena može fiziološki pohraniti, a smanjuje se i kapacitet pamćenja. Proces starenja očituje se i u gubljenju sposobnosti obavljanja uvježbanih zadataka u žurnim okolnostima, u svladavanju umora, u nepripravnosti i inerciji odbacivanja starih odnosno aplikaciji novih tehnika (koje upravo u zrakoplovstvu učestalo diktira razvoj znanosti i primjena naprednih tehnologija) te u nedostatnosti brzog prosuđivanja (i odlučivanja) u “emergency” situacijama.

Smanjivanje psihofizičkog potencijala tijekom vremena se nadomješta stečenim znanjem i iskustvom čovjeka, pa je ključno pitanje zapravo vezano za ocjenu gornje dobne granice pri kojoj čovjek postaje radno insuficijentan. Pri normiranju starosne dobi povlačenja iz radne aktivnosti se, na žalost, ne vodi računa o znatnim individualnim razlikama. Međunarodno udruženje pilota ne slaže se s jedinstvenim normiranjem gornje dobne granice za aktivnog pilota stoga što se sigurnosne mjere prevencije uzroka “starosti pilota” na sigurnost zračnog prometa provode normiranim instrumentarijem provjere, koji uključuje: polugodišnje medicinske i profesionalne kontrole (za pilote u dobi preko 40 godina) te trenažne i kontrolne programe koji su razvijeni da otkriju sve što može predstavljati rizik.

Tablica 1. Kvantifikacija nesreća prema dobnoj skupini pilota

Dobna skupina	Aktivni piloti (1994)	Ukupni broj nesreća (1983 - 1995)	Broj nesreća na 1000 pilota
20 - 24	309	116	375,40
25 - 29	5486	353	6,43
30 - 34	15526	414	2,67
35 - 39	19987	507	2,54
40 - 44	18310	579	3,16
45 - 49	20510	545	2,66
50 - 54	16012	451	2,82
55 - 59	11500	288	2,50

Izvor: FAA (Federal Aviation Administration), Civil Airmen Statistics - 1994, USA.

²² cf. Human Factors Digest No. 1: Fundamental Human Factors Concepts. ICAO, Montreal, 1989, p. 4.

Prema podacima provedenih istraživanja u svrhu kvantifikacije udjela različitih dobnih skupina pilota u zrakoplovnim nesrećama s obzirom na njihovu angažiranost u civilnom komercijalnom zrakoplovstvu,²³ evidentno je da upravo starija dobnja skupina ima izvrsne ocjene pouzdanosti odnosno najmanji udjel uzročnosti u usporedbi s ostalim dobnim skupinama. Ti nalazi potvrđuju “tezu ravnoteže” između mentalnih i fizičkih sposobnosti te radnog iskustva i promišljenog prosuđivanja.

Tablica 2. Učestalost nesreća prema dobnjoj skupini pilota

Dobna skupina	Broj nesreća na 100 tisuća sati letenja
20 - 29	5,0
30 - 39	4,0
40 - 49	2,6
50 - 59	2,4
60 - 69	4,9

Izvor: NASA (National Air and Space Administration), USA.

Uz uvažavanje rezultata istraživanja, na međunarodnoj je razini normirana starosna granica od 60 godina za opoziv licencije i povlačenje pilota iz međunarodnoga zračnog prometa.

2.1.2. Umor i poremećaj bioritma

Razina razvijenosti zrakoplovne tehnike i letnih performansi četrdesetih godina onemogućivala je let zrakoplova na duljoj relaciji bez višekratnog usputnog slijetanja zbog opskrbe gorivom ili zbog loših vremenskih uvjeta ili pak zbog nemogućnosti letenja noću. To je ujedno bio gotovo idealan način odmora posade i njihove adaptacije na promjenu vremenskih i klimatskih zona. Uvođenjem novih zrakoplova (mlaznog zrakoplovstva) s poboljšanim performansama i instrumentalnom podrškom za gotovo sve uvjete letenja, a velikim dijelom i zbog interesa operatera da smanje eksploatacijske troškove, radno vrijeme i vrijeme letenja posade razmjerno se povećavalo, pri čemu se u statistikama zrakoplovnih nesreća u skupini uzročnih elemenata vezanih za ljudski čimbenik pojavljuje kategorija umora i poremećaja tjelesnog ritma. Godine 1980. na zahtjev američkoga Kongresa, NASA je kreirala program određivanja veličine utjecaja umora i njegovih operativnih implikacija²⁴ s tri osnovna cilja:

- određivanje razmjera umora, nedostatnog sna i poremećaja bioritma u letnim operacijama
- određivanje utjecaja umora na psihofizičke sposobnosti pilota
- razvijanje protumjera za ublažavanje nepovoljnih učinaka umora i povećanje pilotove sposobnosti i budnosti (opreznosti).

²³ Nalazi pretpostavljaju da je starosna raspodjela licenciranih pilota 1994. godine bila referentna i za cijelo promatrano razdoblje 1983-1995.

²⁴ Izvorno: Fatigue/Jet Lag Program, NASA, 1980.

Istraživanja u sklopu programa bila su provedena na mješovitim uzorcima - pilotima različitih operatera, različite dobne strukture i različitih iskustvenih razina, snimanjem relevantnih indikacija (tjelesne temperature, pulsa i motorike) u dvominutnim intervalima kontinuirano u razdoblju prije, tijekom i nakon tri i četiri dana letenja na kraćim relacijama te na međunarodnim komercijalnim letovima dugih relacija (više od osam sati). Provedena istraživanja bila su prekursori rada posebnoga savjetodavnog povjerenstva²⁵ za FAA-normativu.

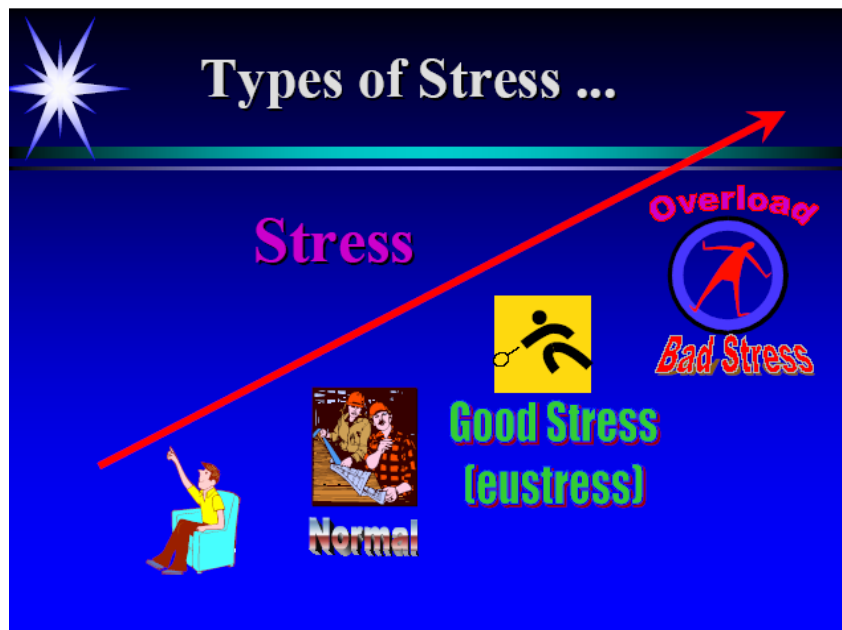
Nalazi ispitivanja relevantnih elemenata koji utječu na pojavu, veličinu i intenzitet umora pilota od presudnog su značenja kao kriteriji za regulaciju radnog vremena, vremena neprekidnog letenja, intervala između uzastopnih letenja i minimuma odmora pilota u civilnom komercijalnom zrakoplovstvu.

Komplementarni element koji također doprinosi radnoj insuficijenciji pilota odnosno slabljenju mentalnih funkcija zapažanja, prosuđivanja i odlučivanja, jest poremećaj bioritma odnosno dinamike tjelesno-fiziološkoga kapaciteta, koja individualno znatno varira tijekom dana i noći. Poremećaji tjelesnog ritma pilota (najčešće manifestirani kao neuobičajene potrebe za hranom ili spavanjem) i negativne implikacije na sigurnost letenja posebno su naglašeni na transmeridijanskim letovima te na dugolinijskim letovima u smjeru istok-zapad. Nakon istraživačkog programa (FAA i NASA, 1990.), jedna je od preporuka prevencije uvođenje tročlane posade na dugolinijskim letovima te dopuštanje kratkih međuodmora pilota u cockpitu tijekom leta, kojim bi se osigurao psihofizički optimum upravo u najkritičnijoj fazi završnog prilaza i slijetanja.

2.1.3. Stres

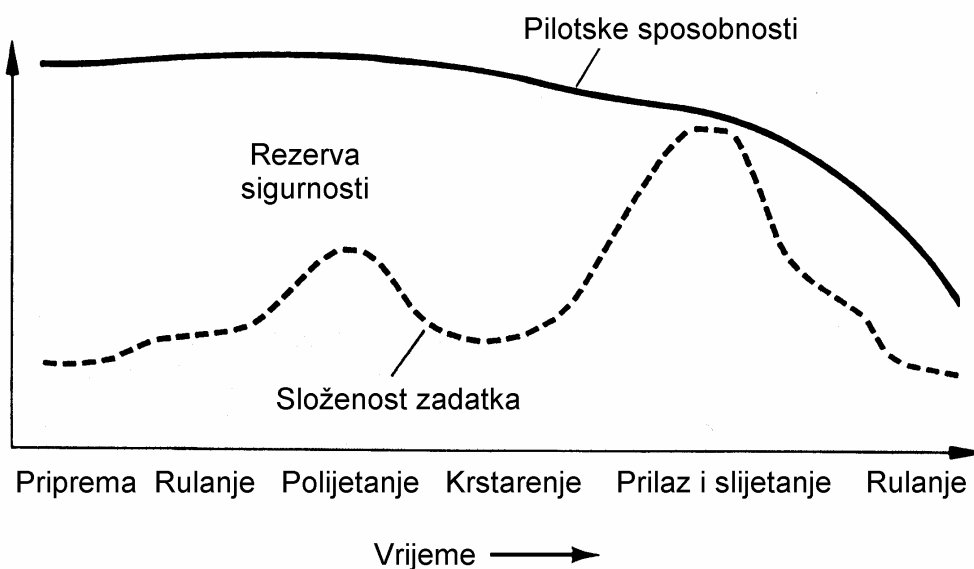
Pojam stresa potječe iz inženjerstva, a definira se kao djelovanje tlaka na neki predmet s učinkom naprezanja, savijanja ili pucanja. U kontekstu čimbenika čovjek, pojam stresa se rabi za opis ljudske reakcije na postavljene zahtjeve, bilo da su ti zahtjevi za njega ugodni ili neugodni. Čimbenici utjecaja na stres (stresori) mogu se općenito podijeliti u fizičke, fiziološke i emocionalne. Fizički stresori uključuju uvjete okoline, primjerice visoke vrijednosti temperature i vlage, buku, vibracije i nedostatak kisika. U fiziološke stresore pripadaju umor, nedostatak tjelesne kondicije, nedostatak sna te neodgovarajuća ili neredovita prehrana, koja može izazvati poremećaje u razini krvnog šećera, probavne tegobe i bolest. Emocionalni stresori odnose se na socijalne i emocionalne čimbenike vezane za životne i intelektualne aktivnosti, kao što je primjerice rješavanje teških problema tijekom leta. Proces donošenja odluke jedan je od glavnih uzroka stresa.

²⁵ Izvorno: Aviation Rule-making Advisory Committee (ARAC).



Slika 3. Utjecaj razine stresa na psihofizičke sposobnosti

Veza između stresa i psihofizičkih sposobnosti eksperimentalno je verificirana. Bez manifestacije stresa odnosno pri praktičkoj odsutnosti stresa, motivacija i pažnja su na najmanjoj mogućoj razini, pa su sposobnosti konzekventno najslabije. Porastom veličine stresa, razmjerno se povećava razina pažnje i motivacije rezultirajući i poboljšanjem sposobnosti. Pri visokoj razini stresa, međutim, slijedi panika i sposobnosti se rapidno pogoršavaju.



Slika 4. Dijagram "sigurnosne rezerve" mogućnosti pilota i složenosti zadaće u funkciji vremena
Izvor: Trollip, Jensen, 1991.

Porast radnog opterećenja (složenosti zadaće) razmjerno povećava i stres, pa se dodatno otežava ispunjenje postavljenih zahtjeva. U analizi letne operacije može se zapaziti diskrepančnost odnosa promjena veličine pilotove kaptabilnosti (koja se tijekom vremena

smanjuje) i veličine složenosti zadaća (koja varira ovisno o fazi leta, a u posljednjem je vremenskom segmentu najveća), što rezultira radnom insuficijencijom upravo u završnoj fazi leta. Situacija je najčešće dodatno pogoršana i reperkutira povećanjem stresa pilota zbog učinaka fizičkog i mentalnog umora te smanjenja verbalne komunikacije između članova posade, osobito kod letova na duljim relacijama.

Sindrom “žurbe” kao utjecajni čimbenik stresa imanentan je aktualnoj razini razvoja zračnog prometa i trendu rasta prometnog učinka, pri čemu su piloti izloženi učestalim pritiscima požurivanja koji se nepovoljno odražavaju na njihovu učinkovitost. Brojni su primjeri takvih stresnih situacija na pilote, vezanih za vremenska ograničenja izvođenja pojedinih (po složenosti često kritičnih) operacija: požurivanje rulanja prije polijetanja, pariranje ograničenja dopuštenog vremena od nadležne kontrole leta, održavanje vremenskog plana leta unatoč kašnjenjima uzrokovanim održavanjem (tehničke službe) ili nepovoljnim vremenskim uvjetima ili pak sprečavanje prekoračenja normiranoga radnog odnosno letnog vremena.

2.2. Pogreške u očitavanju letnih indikacija

Brojna istraživanja provedena s namjerom kvantifikacije grešaka u očitavanju indikacija na letnim instrumentima potvrdila su znatne razlike ovisno o dizajnu odnosno formatu numeričkih skala.

Osnovna klasifikacija letnih indikatora uključuje pet formata skala: vertikalni, horizontalni, polukružni, kružni i format tzv. “otvorenih prozora”. Udio grešaka u očitavanju znatno varira u zavisnosti od formata i takva diskrepancija upućuje na potrebu posebne pozornosti pri izboru odnosno oblikovanju letnih instrumenata.

Tablica 3. Udio pogrešaka u ovisnosti o formatu skala

FORMAT SKALE	UDIO GREŠAKA (%)
vertikalni	35,5
horizontalni	27,5
polukružni	16,6
kružni	10,9
otvoreni prozori	0,5

Izvor: RAeS Aerospace.

U nekim je zemljama dopuštena uporaba altimetra s tri kazaljke i valjak-pokazivačem u komercijalnim zrakoplovima iako oba tipa pripadaju u kategoriju instrumenata s velikim udjelom grešaka u očitavanju. Iako je novi naraštaj zrakoplova opremljen poboljšanim sustavima indikacije visine, zastarjeli tipovi altimetara nastavljaju se koristiti u velikom broju zrakoplova kojima preostaje dulji vijek uporabe.

Normiranje uporabe novog elektronskog sustava letnih instrumenata - EFIS²⁶ ima svrhu prevencije rizičnih grešaka u očitavanju letnih podataka.



Slika 5. Analogni i digitalni displeji i instrumenti

2.3. Pogreške u transferu podataka

Istraživanja ljudskih pogrešaka upućuju na to da problemi vezani za proces izmjene podataka uvelike doprinose riziku nesreće ili nezgode te da “pogrešna odluka” kao učestali uzrok u zrakoplovnim statistikama nesreća može biti upravo rezultat pogreške u transferu – prijemu ili predaji podataka. Pilot se tijekom leta opslužuje “hardware”-podacima u obliku indikacija s letnih instrumenata (displaya), “software”-podacima iz zrakoplovnih karata i operativnih priručnika, “liveware”-podacima iz radne (operativne) okoline odnosno “žive” komunikacije u cockpitu te podacima iz prirodnog okruženja zrakoplova (vrijeme, horizont, oblaci, zemaljske referencije, svjetlosni sustavi aerodroma itd.). Čimbenici koji primarno utječu na greške transfera podataka su jezik odnosno primijenjena frazeologija u komunikaciji, radioprocedure, letni instrumenti i procedure usklađivanja te primijenjene jedinice mjera.

Komunikacija između posade i kontrole leta potencijalni je izvor greške u izmjeni relevantnih podataka, u pravilu lingvističke prirode, dodatno pojačane tragovima umora, slabe koncentriranosti ili stresa. Udjel kategorije “dvosmislene frazeologije” dominira u izvješćima nezgoda,²⁷ a problemi se najčešće vežu za učinak homofonije (jednoglasja) odnosno slučajeva kada različite riječi zvuče slično, primjerice “left” i “west” ili “to” i “two”.

Rizik pogrešnog tumačenja također proizlazi iz situacije kada zrakoplovi imaju slične pozivne signale u radiokomunikaciji, što može u fazama završnog prilaza i slijetanja prouzročiti grešku kontrolora u instrukcijama vođenja zrakoplova (zamjenu zrakoplova). U uvjetima zasićenog prometa na većim međunarodnim aerodromima takve pogreške bile su uzrok brojnih sudara zrakoplova u zraku (mid-air collision). Uporaba skraćenih pozivnih signala u

²⁶ EFIS - Electronic Flight Instrument System.

²⁷ U više od šest tisuća izvješća pilota i kontrolora letenja za ASRS (Aviation Safety Reporting System) gotovo 10% nezgoda klasificirano je s uzrokom “dvosmislene frazeologije” u komunikaciji.

radiokomunikaciji pilota i kontrolora leta također predstavlja potencijalnu opasnost pogrešne izmjene podataka, a glavni razlog je nedostatak discipline te nepoštivanje normiranih komunikacijskih procedura. Daljnje teškoće pojavljuju se pri blokadi radiotransmisije izazvane simultanim transmisijama, koje mogu uzrokovati ozbiljna nerazumijevanja ili pogrešna tumačenja u komunikaciji pilota i kontrolora leta. Tehničko rješenje tog problema je moguće ugradbom uređaja za detekciju aktivnoga kanala odnosno za onemogućavanje transmisije do oslobađanja radiokanala. Uporabom elektronskog prijenosa podataka između zemlje i zraka (data-link) s ispisom, u budućnosti se očekuje unapređenje komunikacijskih sustava, iako izravni VHF-prijenos odnosno glasovna komunikacija i nadalje ostaje u praktičkoj primjeni za “taktične pregovore” pilota i kontrolora.

Znatni rizici zbog neujednačenosti komunikacijskih (i navigacijskih) sustava u zrakoplovstvu rezultat su uporabe različitih mjernih sustava, pri čemu je uz metrički sustav u zrakoplovstvu dopuštena uporaba engleskog sustava mjernih jedinica. Nepostojanje jedinstveno normiranoga mjernog sustava učestalo se manifestira, ne samo pogreškama pri prijenosu podataka, nego i pogreškama pri kalibraciji instrumenata, pogreškama pri potrebnom konvertiranju mjernih jedinica te u, posljedično, i znatnim vremenskim gubicima.

Iako je u zrakoplovnim komunikacijama globalno normirana uporaba frazeologije na engleskom jeziku, pogreške u prijenosu podataka i nadalje su aktualne zbog nedostatnog znanja, razlika u akcentima, prebrzoga govora itd. Stoga bi licenciranje zrakoplovnog osoblja, a poglavito pilota i kontrolora, trebalo uvjetovati strožim normama aktivnog znanja engleske frazeologije u zemljama neengleskoga govornog područja.

2.4. Vizualna percepcija

Od svih nesreća poznatih uzroka oko 70% pripisuje se pilotovoj grešci, a oko 50% odnosi se na fazu prilaza i slijetanja. Glavne kategorije nesreća i nezgoda u završnoj fazi leta uključuju probleme vertikalnog vođenja zrakoplova i kontrole brzine, najčešće zbog neodgovarajućeg prelaženja s instrumentalnog na vizualno letenje te su izravno vezane za nedostatnost pilotove vizualne percepcije. Znakoviti su nalazi istraživanja pojava (učestalosti) nesreća i nezgoda s kvantifikacijom udjela od 66% u noćnim uvjetima te 75% kod smanjene vidljivosti. Kod vizualnog prilaza pilot se uvelike oslanja na uočenu perspektivu uzletno-slijetne staze. Međutim, zbog mogućih uvjeta okruženja (prirodne ili radne okoline) može doći do iskrivljivanja slike odnosno fenomena vizualne iluzije. Osim ergonomskega aspekta cockpita, primjerice utjecaja vertikalnog pozicioniranja sjedala te dizajna komandne ploče i letnih indikatora, na pilotovu vizualnu percepciju u znatnoj mjeri mogu utjecati vanjske pojave sa zavaravajućim vizualnim efektima, kao što su primjerice refrakcija vode na vjetrobranskom

staklu, temperaturna inverzija, magla, snijeg, noć, nepravilan teren na prilazima aerodromu i drugi brojni čimbenici. Prevencija nesreća uzrokovanih vizualnom imperfekcijom pilota usmjerena je na unapređenje zrakoplovnih i zemaljskih tehničkih sustava vođenja zrakoplova u kritičnim fazama prilaza i slijetanja. Rezultati izvornog istraživanja²⁸ upućuju na primjenu kamera odnosno TV-sustava kao modela za umjetno poboljšanje dubinske (stereoskopske) percepcije pomoću “expansion-base” metode.

²⁸ Bitseff, E. L., Galović, B., Premseelaar, T. B.: Improving depth-perception for pilots via expansion base-method (Junior Laboratory Project Report for AA-322). University of Washington, Department of Aeronautics and Astronautics, Seattle, 1971.

3. STATISTIKA ZRAKOPLOVNIH NESREĆA PRIMARNE UZROČNOSTI LJUDSKOG ČIMBENIKA

Analiza zrakoplovnih nesreća temelji se na podacima Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva ICAO, koja slijedom ažuriranih nacionalnih izvješća statistički procesira podatke za komercijalno zrakoplovstvo na globalnoj razini.

Iako u duljem vremenskom razdoblju nisu registrirane znatne oscilacije u broju zrakoplovnih nesreća, takvo se stanje treba sagledavati s rezervom, jer se u istom vremenu povećao prometni učinak, letna kilometraža i vrijeme, a intenzivirao se i promet s predispozicijama umnoženja kolizijskih momenata, sve uz značajne promjene eksploatacijskih performansi sredstava i prosječne starosne dobi svjetske zračne flote, pa se u tom kontekstu može zaključiti da je broj zrakoplovnih nesreća u relativnom padu, a smrtnost putnika u istom razdoblju varira i u funkciji je vrste odnosno kategorije zrakoplova.

Tablica 4. Broj zrakoplovnih nesreća (1996.-2005.)

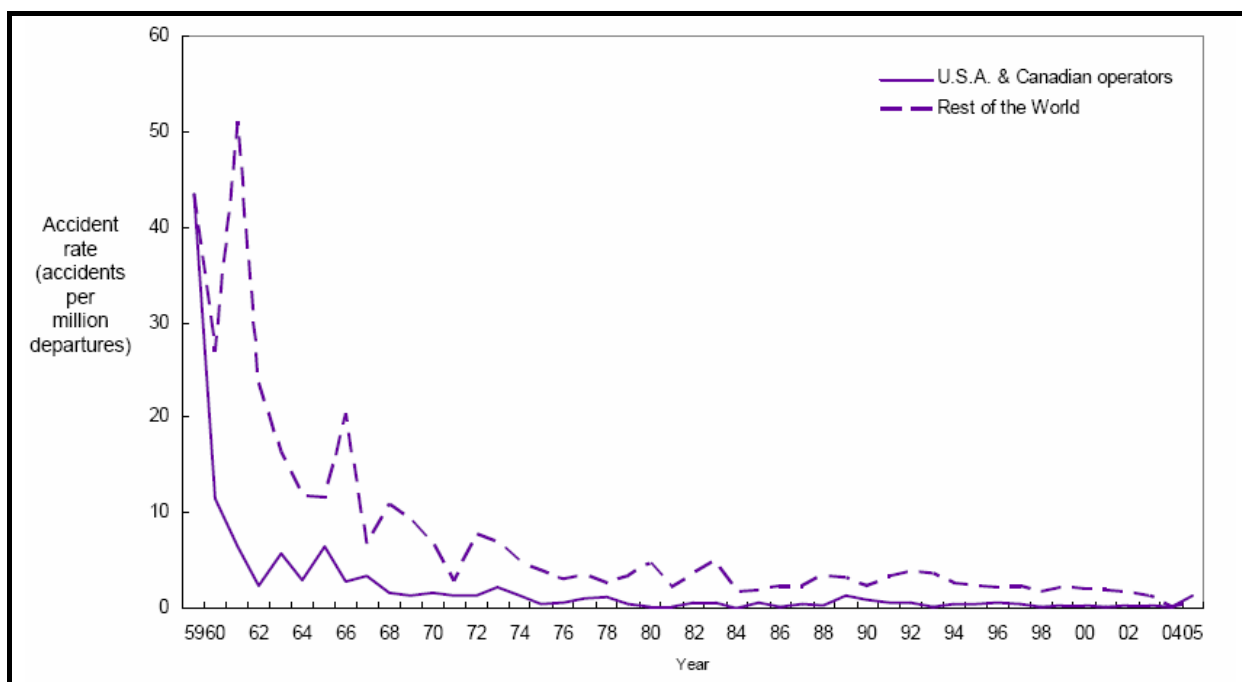
Godina	Broj zr. nesreća	Broj smrtno stradalih
1996.	23	1135
1997.	26	916
1998.	20	905
1999.	20	499
2000.	18	757
2001.	13	577
2002.	14	791
2003.	7	466
2004.	9	203
2005.	18	713

Izvor: prema podacima Annual Review of Civil Aviation, ICAO, Montreal

Analiza broja zrakoplovnih nesreća u funkciji realiziranoga prometnog učinka zrakoplova – letne kilometraže i broja slijetnih operacija, te analiza smrtnosti putnika u funkciji putničke kilometraže potvrđuju trend podizanja razine sigurnosti.

U zadnja tri desetljeća na svjetskoj razini godišnja stopa nesreća komercijalnih mlaznih zrakoplova znatno se smanjila. Broj nesreća komercijalnih zrakoplova smanjen je s 52 nesreće

na milijun polijetanja (PMD²⁹) na svega 1,5 nesreća na milijun polijetanja, ne uključujući zrakoplove s prostora bivšeg SSSR-a. Od 1970. godišnja stopa je relativno konstantna i zadržava se ispod 5 nesreća PMD.



Slika 6. Godišnja stopa nesreća komercijalnih zrakoplova u svijetu (1986.-2005.)

Izvor: Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations (1959-2005), Boeing Commercial Airplane Group, 2006.

U najučestalije uzroke zrakoplovnih nesreća pripadaju: CFIT, gubitak kontrole u letu, sabotaza, požar tijekom leta, sudar u zraku, otmice, eksplozija spremnika goriva, udar u uzletno-sletnu stazu, otkaz potiska pri uzlijetanju.

U bilanci zrakoplovnih nesreća najveći je udio kategorije CFIT nesreća, koje se definiraju kao nesreće u kojima eksploatacijski potpuno ispravan zrakoplov pod nadzorom posade, nenamjerno udara u prepreku ili vodenu površinu, bez prethodnog upozorenja posadi zrakoplova na opasnost.

U razdoblju od 1988. do 1993. na uzorku od 76 nesreća zrakoplova u međunarodnom komercijalnom zrakoplovstvu (isključene nesreće uzrokovane nezakonitim ometanjem) s 3.513 smrtno stradalih, provedena je klasifikacija kojom je obuhvaćeno 10 osnovnih uzroka.

Iz prikaza je razumljivo značenje ICAO/FSF³⁰ programa s intencijom sprječavanja CFIT-nesreća. Na europskom je planu JAA³¹ napravila analizu uzročnih čimbenika u 219 zrakoplovnih nesreća, pri čemu su utvrđena 824 uzroka odnosno u prosjeku 3,8 uzroka po nesreći.

²⁹ PDM – per million departures – na milijun polijetanja.

³⁰ ICAO - International Civil Aviation Organization; FSF - Flight Safety Foundation.

³¹ JAA - Joint Aviation Authorities.

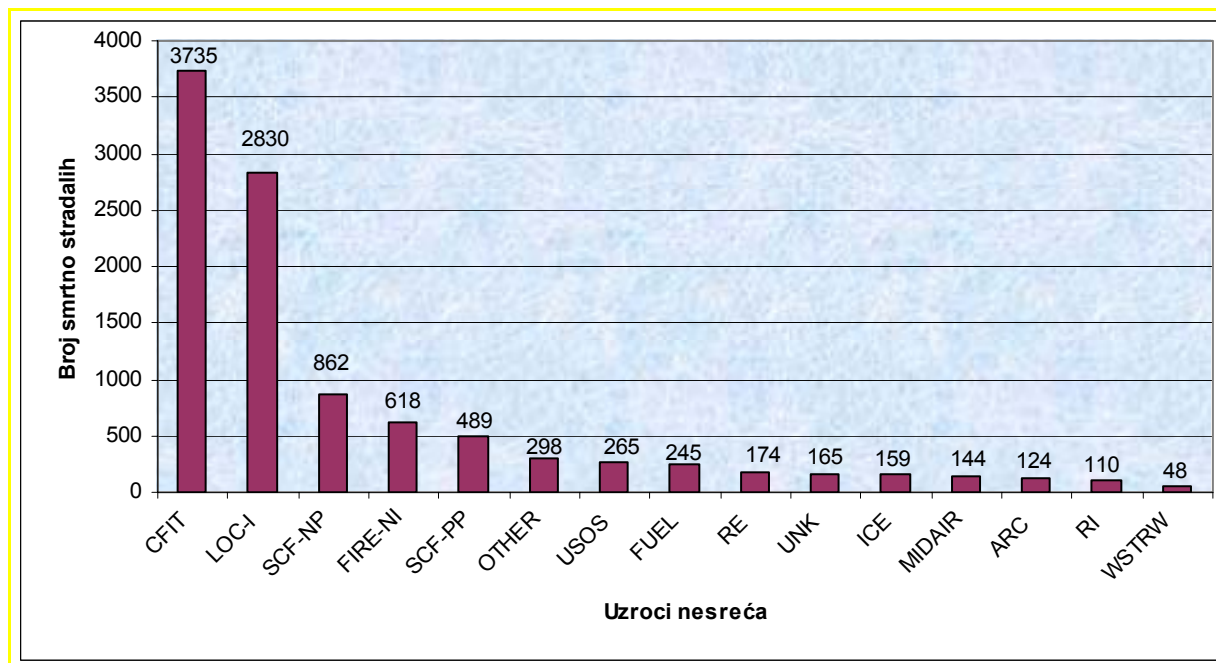
Tablica 5 . Klasifikacija zrakoplovnih nesreća (1988.-1993.)

Uzrok	Broj nesreća	Broj smrtno stradalih
CFIT	28	1883
Gubitak kontrole (zrakoplov)	10	460
Gubitak kontrole (posada)	14	357
Konstrukcija	4	278
Sudari u zraku	1	157
Led/snijeg	4	134
Iscrpljenje goriva	5	107
Gubitak kontrole (vrijeme)	2	79
Promašena USS	3	43
Ostalo	5	15

Izvor: L.Taylor: Air Travel: How safe is it? Blackwell Science Ltd, Oxford, 1997.

Znakovito je da je “otkaz kontrole odnosno koordinacije” uzročno sudjelovao u 54% ispitivanih nesreća, a drugi uzrok po učestalosti je “nesvjesnost (neprilagođenost) u danoj situaciji” s udjelom od 34%, što sugerira da je uporaba svih raspoloživih navigacijskih sredstava od primarne važnosti u prevenciji nesreća.

Provedena ispitivanja potvrđuju da su ključni elementi prevencije nesreća – ljudski čimbenik, iskustvo (kvalificiranost) letačkog osoblja, profesionalizam, CRM³² i trenaža te da je mnogo važnije preventivno usmjerenje na način eksploatacije zrakoplova nego na sam zrakoplov.



Slika 7. Broj smrtno stradalih u svijetu od 1987. do 2005. prema uzroku nesreće

Izvor: Flight Safety Foundation, Boeing Commercial Airplane Group

Legenda:

CFIT- Controlled Flight into or Toward Terrain (nesreća koja se dogodi bez prethodnih indikacija)

LOC-I - Loss of Control – In flight (gubitak kontrole u letu)

SCF-NP – System/Component Failure or Malfunction (kvar koji nije vezan uz potisak)

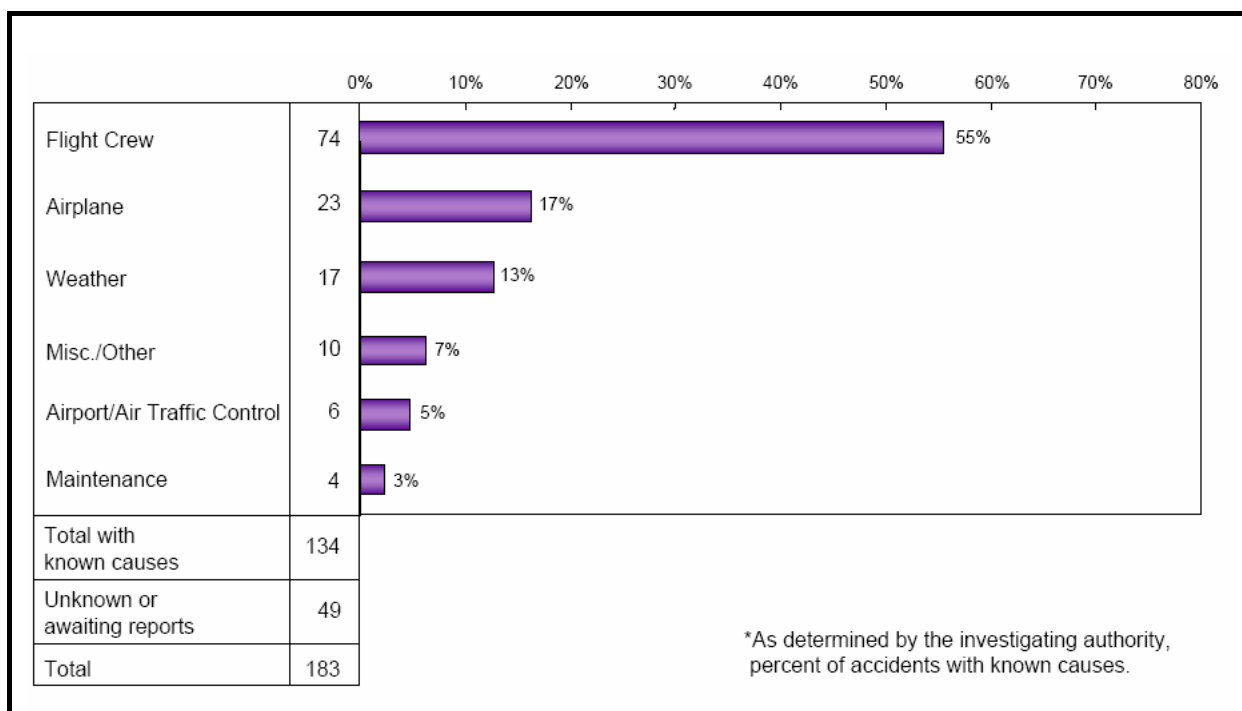
FIRE-NI – Fire/Smoke (Non Impact) – (požar bez udara)

³² CRM - Cockpit Resource Management.

SCF-PP – System/Component Failure or Malfunction (kvar vezan uz potisak)
 OTHER – Ostalo
 USOS – Undershoot/Overshoot (udar prije USS-e/udar iza USS-e)
 FUEL - Nesreća vezana uz gorivo
 RE – Runway Excursion (izlijetanje sa USS-e)
 UNK – Unknown or Undetermined (uzrok nepoznat)
 ICE – Led/Snjeg
 MIDAIR – Midair Collision (sudari u zraku)
 ARC – Abnormal Runway Contact (pretvrdo slijetanje)
 RI – Runway Incursion animal, vehicle, aircraft or person (FOD)
 WSTRW – Wind shear or Thunderstorm (smicanje vjetra i olujno nevrije

S obzirom da je svaka nesreća uzrokovana kombinacijom više različitih uzroka, jedan se uzrok ipak identificira kao primarni uzrok, a zrakoplovnim statistikama razlikuju se sljedeće kategorije primarne uzročnosti:

- letačko osoblje,
- zrakoplov,
- održavanje,
- meteorološki uvjeti,
- aerodrom/ATC,
- ostalo.



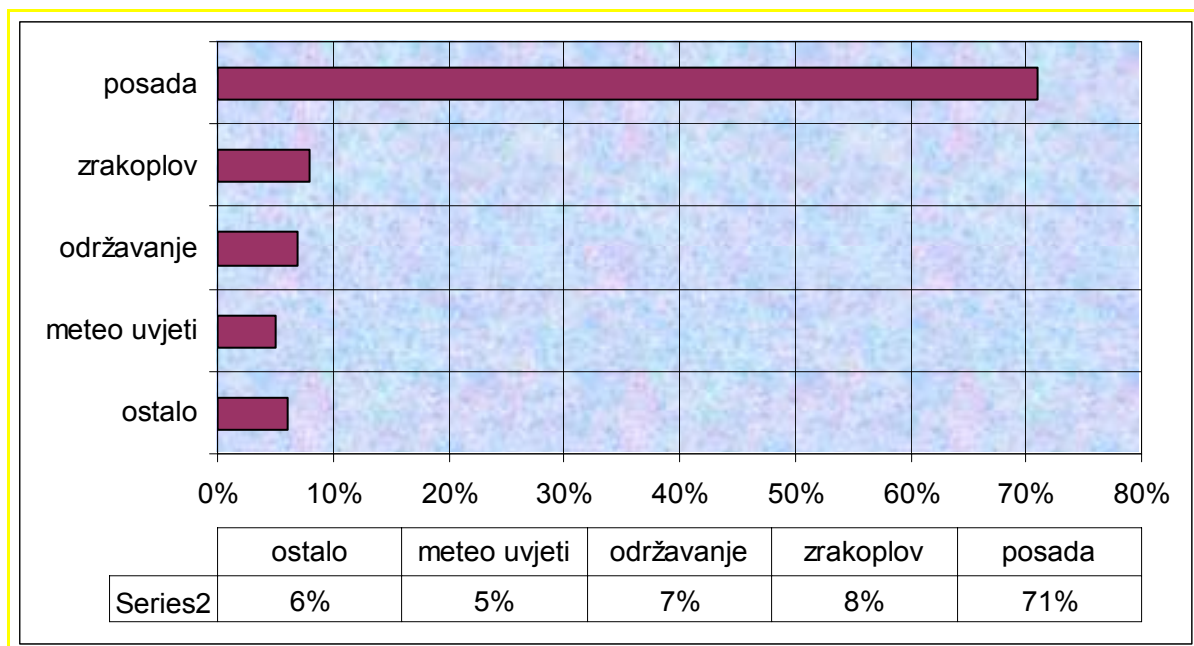
Slika 8. Kvantifikacija primarnih uzroka zrakoplovnih nesreća

Izvor: Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations (1959-2005), Boeing Commercial Airplane Group, 2006.

S obzirom na to da je najveća zastupljenost mlaznih zrakoplova u zračnom prometu (izraženo u putničkim kilometrima učinka oko 95%), logično proizlazi velik broj nesreća i ljudskih žrtava upravo vezan za njih.

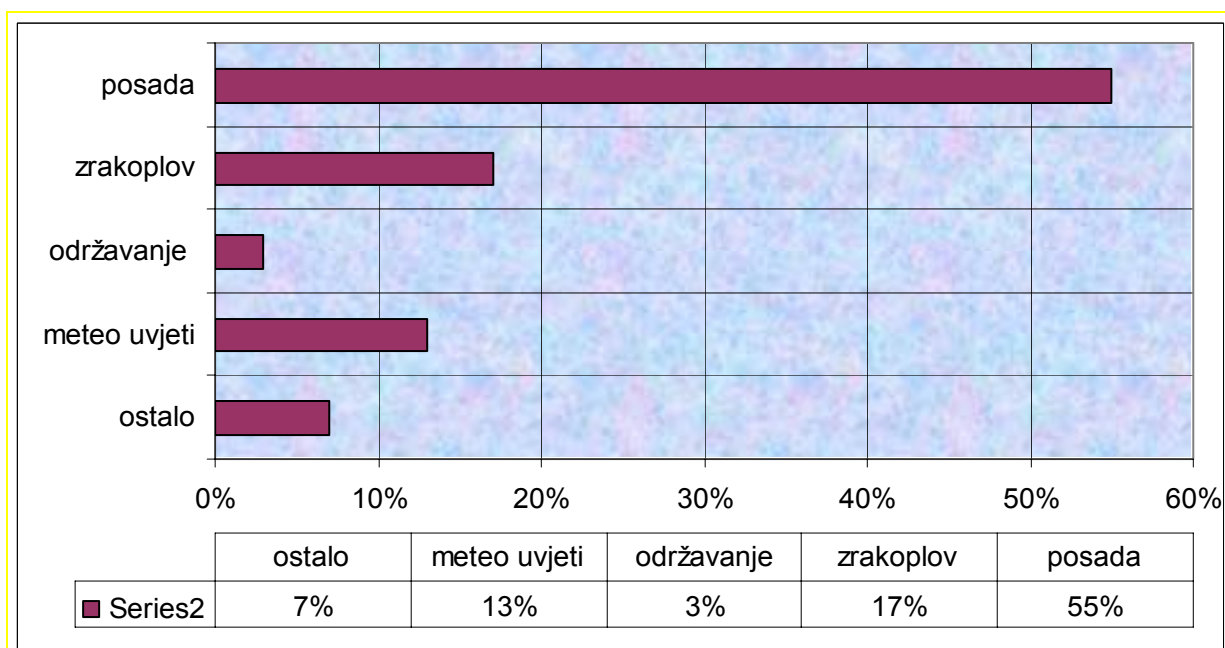
Međutim, relativan udjel kategorije mlaznog zrakoplovstva u bilanci zrakoplovnih nesreća višestruko je manji od udjela kategorije (turbo)-prop i stapnih zrakoplova ako se stavi u odnos veličina njihove iskorištenosti.

Udio ljudskih čimbenika u nesrećama kategorije turbo-prop i stapnih zrakoplova je dominantan upravo zbog izražene uloge letačkog osoblja u VFR odnosno neinstrumentalnim operacijama. To potvrđuje da bi normativno djelovanje u budućnosti trebalo usmjeriti na postupno povlačenje stapnih zrakoplova iz međunarodnoga komercijalnoga zračnog prometa.



Slika 9. Primarni uzroci nesreća komercijalnih zrakoplova poznatih uzroka 1987.- 1996.

Izvor: prema Flight Safety Foundation, Boeing Commercial Airplane Group



Slika 10. Primarni uzroci nesreća komercijalnih zrakoplova poznatih uzroka 1996.- 2005.

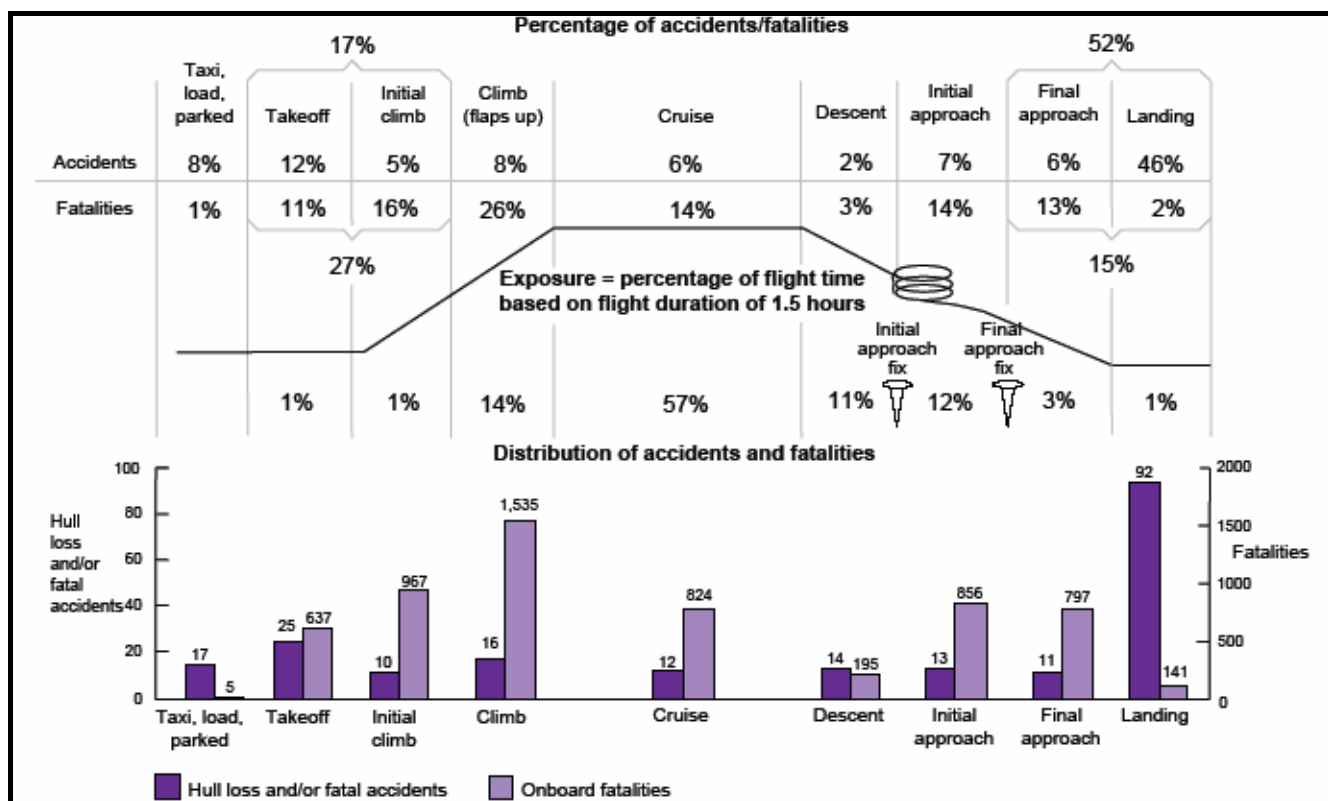
Izvor: prema Flight Safety Foundation, Boeing Commercial Airplane Group

Iako je udio ljudskih čimbenika kao primarnog uzroka zrakoplovnih nesreća u recentnijim analizama znatno smanjen i iznosi oko 55 posto, kategorija ljudskih čimbenika još uvijek je u bilanci kauzaliteta na prvom mjestu.

Letna operacija podijeljena je na sljedeće faze leta:

- ukrcaj, vožnja, iskrcaj ;
- uzlijetanje;
- početno penjanje;
- penjanje;
- krstarenje;
- spuštanje;
- početni prilaz;
- završni prilaz;
- slijetanje.

Analiza nesreća kontroliranih letova upućuje na razdiobu letne operacije, pričem je najkritičnija prilazna faza.



Slika 11. Učestalost zrakoplovnih nesreća po fazama leta za razdoblje 1996.- 2005.

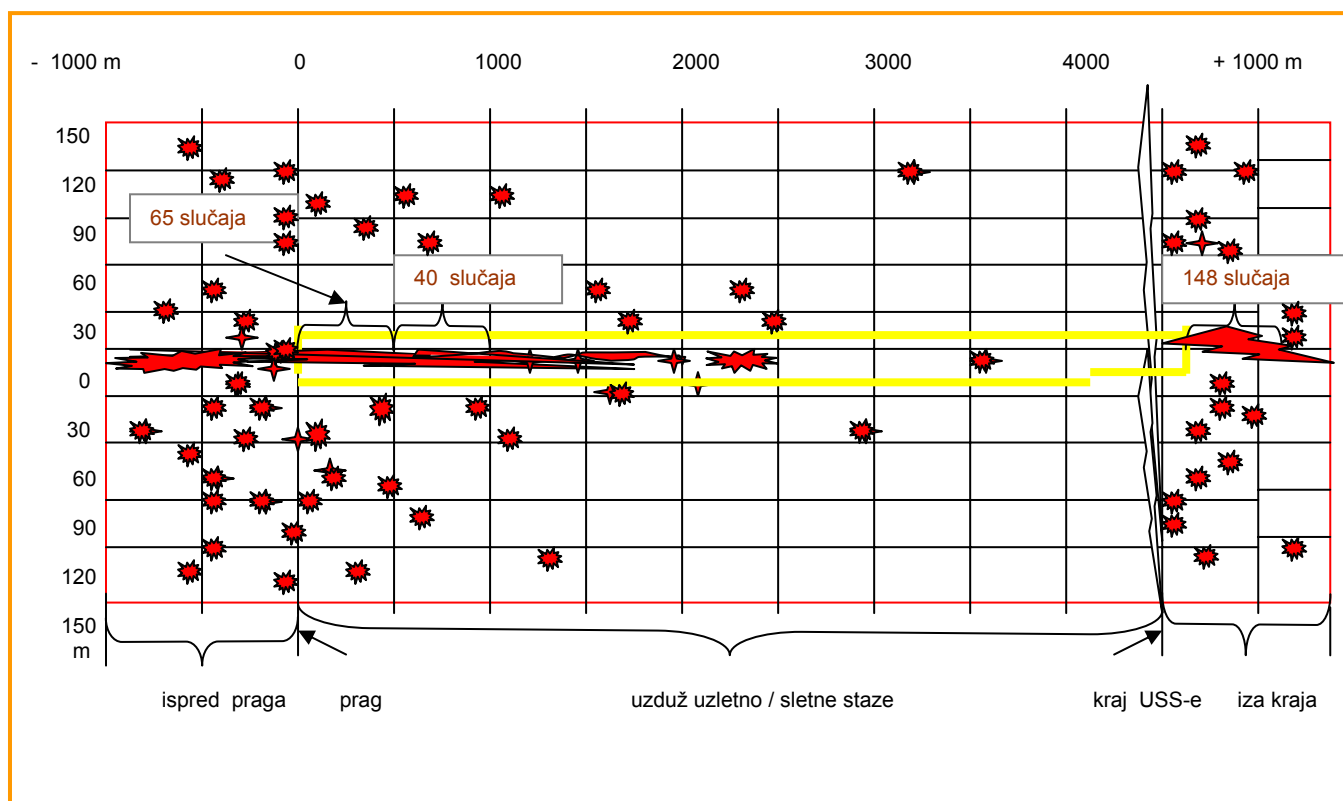
Izvor: Statistical Summary of Comercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations (1959-2005), Boeing Commercial Airplane Group, 2006.

Iz prikaza razdiobe zrakoplovnih nesreća po letnim fazama zaključuje se da je najveća učestalost (oko 70%) nesreća u početno-završnim operacijama koje efektivno obuhvaćaju samo 6% ukupnog vremena letne operacije.

Zrakoplovne nesreće svjetskoga komercijalnoga mlaznog zrakoplovstva, prema provedenoj studiji sigurnosti Boeingove stručne skupine, u više od 70% slučajeva su uzrokovane pogreškom letačkog osoblja što sugerira potrebne preventivne mjere.

Prilikom operacija slijetanja ili uzlijetanja zrakoplova u blizini uzletno-sletne staze odnosno unutar ograde zračne luke događa se veliki broj zrakoplovnih nesreća. Od ukupno 576 zrakoplovnih nesreća, koje su registrirane u statistici ICAO-a, najveći broj nesreća dogodio se na uzletno-sletnoj stazi i njenoj neposrednoj blizini te iza kraja staze.

Od ukupnog broja nesreća, 126 slučajeva ili 22% dogodilo se u prostoru od praga staze do prvih 1.000 m USS-a i 30 m lateralno od središnje osi staze s obje strane. U prostoru iza kraja staze do 500 m udaljenosti i 30 m lateralno od središnje osi staze s obje strane zabilježeno je 151 slučajeva ili 26%. Kod slijetanja, nesreće se najčešće događaju na produženoj središnjici ispred i iza praga staze, a kod uzlijetanja iza kraja staze.



Slika 12. Mjesta najučestalijih pojava nesreća unutar ograde aerodroma

Izvor: Airport Services Manual, Part 1, Rescue and Fire Fighting, Third edition, ICAO, Montreal, 1990.

Statistička analiza zrakoplovnih nesreća indikativna je u detektiranju završnih letnih operacija kao kritičnih faza njihove najučestalije pojave, CFIT kao dominirajuće kategorije zrakoplovnih nesreća, te ljudskih čimbenika kao primarne uzročnosti zrakoplovnih nesreća.

Ti su nalazi prekursori u razvijanju metodologije prevencije zrakoplovnih nesreća.

4. KLASIFIKACIJA I ANALIZA UTJECAJNIH ELEMENATA LJUDSKOG ČIMBENIKA

Iako su ljudski čimbenici u zračnom prometu tematski prioritet istraživanja posljednjih petnaestak godina, metodološki pristupi bili su izrazito selektivni jer podjela i klasifikacija elemenata tog znanstvenog kompleksa nije globalno usuglašena.

U pokušaju razvijanja učinkovitog preventivnog modela, poglavito metodologije prevencije uzročnosti ljudskih čimbenika za potrebe zrakoplovne operative, Europski savjetodavni odbor Fondacije za sigurnost letenja inicirao je projekt izrade operativnog pomagala Human Factors Tool Kit. U fazi koncipiranja sadržaja tog preventivnog materijala, zbog kompleksnosti tematike s jedne strane, a nužnog pojednostavljenja preventivnog modela za konkretnu primjenu s druge strane, nametnula se potreba sistematizacije glavnih elemenata izučavanja ljudskih čimbenika u zračnom prometu. Iako je projekt u razvojnoj fazi, u ovom se dijelu obrađuje taksonomija ljudskih čimbenika prema raspoloživim podacima³³.

Istraživanje ljudskih čimbenika klasificirano je u tri glavne kategorije – temeljne predmete izučavanja, ključna gledišta zrakoplovne industrije, te specifična sigurnosna područja.

4.1. Temeljni predmeti izučavanja ljudskih čimbenika

U temeljne predmete koji se tematski tretiraju pod pojmom ljudskog čimbenika spadaju ljudske performanse, osobne kvalitete, školovanje, projektiranje, pogreške i organizacija.



Slika 13. Temeljni predmeti izučavanja ljudskih čimbenika u zračnom prometu
Izvor: HFTK project, FSF EAC

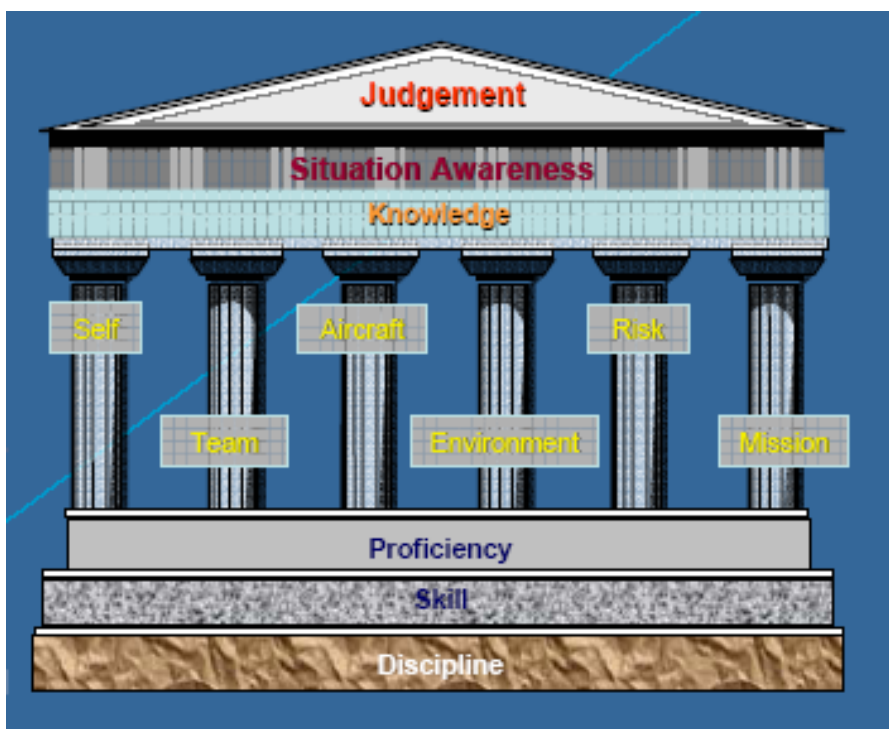
³³ Podaci, prikupljeni u pripremi diplomskog rada s mentoricom prof. Steiner, restriktivne su prirode, a njihovo je korištenje dopušteno isključivo u funkciji akademske djelatnosti.

U ljudske performanse ubrajaju se pogreške pri slijetanju, stres, umor, mentalno stanje, procjena i svjesnost situacije, dezorijentacija u prostoru.



Slika 14. «Sigurnosni svod»

U osobne kvalitete ubrajaju se pilotske značajke (Airmanship), disciplina, vodstvo (Leadership).



Slika 15. Osobne kvalitete

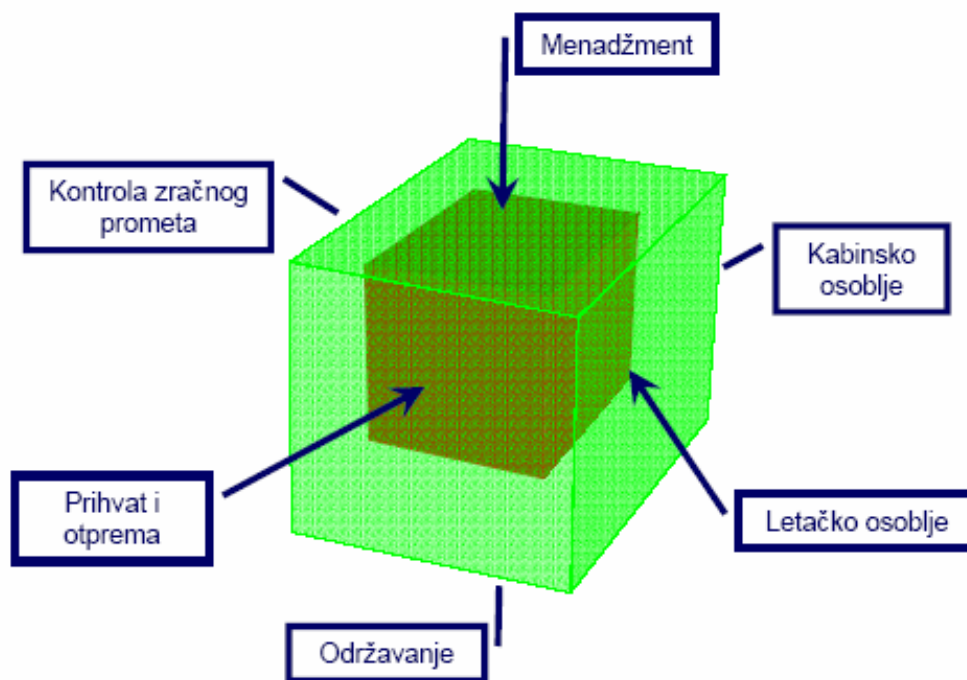
U školovanju je glavni kriterij izbora i prijama za profesionalnog pilota označen normiranim medicinskim indikacijama za rad (izdavanje licencije), a u novije vrijeme uz simulaciju zdravstvenog statusa do gornje starosne granice od 60 godina. Osobita se pozornost u tom smislu posvećuje utvrđivanju kandidatovih mentalnih i psiholoških predispozicija za poziv pilota, vrednovanju uspjeha postignute naobrazbe kao i ocjene “životnog stila”.

Uz medicinske normative, zadovoljavanje uvjeta kompatibilnosti članova posade te specifikuma osobnosti (personality) i discipline od najvećeg je značenja u selekcijskim testovima za letačko osoblje.

Sve naglašenija potreba koordinacije posade tijekom leta³⁴ u velikoj je mjeri izmijenila uvriježeni način individualnog školovanja pilota razvijanjem specijalnih CRM³⁵ programa i LOFT³⁶ scenarija, koji su u novije vrijeme implementirani u trenažne sustave zrakoplovnih operatera.

4.2. Ključna gledišta zrakoplovne industrije

U ovoj se kategoriji selektivno izučavaju elementi utjecaja ljudskih čimbenika sa gledišta karakterističnih segmenata operative zračnog prometa.



Slika 16. Glavni segmenti operative zračnog prometa

³⁴ Kategorija neusklađenog djelovanja i hijerarhijskih barijera između članova posade ima znatan uzročni udjel u statistikama zrakoplovnih nesreća vezanih za ljudske čimbenike.

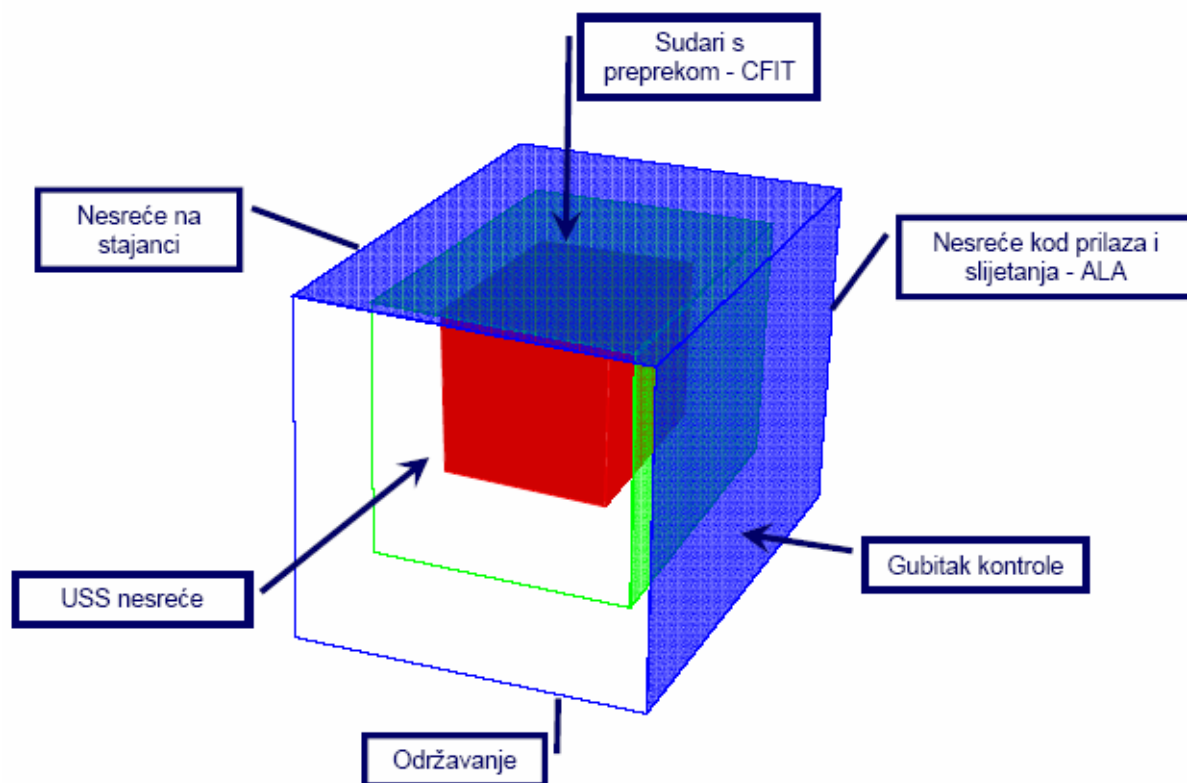
³⁵ CRM - Cockpit (Crew) Resource Management.

³⁶ LOFT - Line-Oriented Flight Training.

Pristupi izučavanju problematike ljudskih čimbenika u načelnom su smislu opće primijenjivi, međutim, svaki segment operative u sustavu zračnog prometa zbog lokalnih uvjeta radnog okruženja i specifičnih procedura u domeni svoje djelatnosti zahtijeva selektivni pristup u detektiranju utjecajnih elemenata i modeliranju sigurnosnog menadžmenta. To se posebice odnosi na ne-letačke segmente operative, u kojima se događaju latentne pogreške, koje se manifestiraju kao uzročni čimbenici u letačkom segmentu operative zračnog prometa.

4.3. Specifična sigurnosna područja

U ovoj je kategoriji izučavanje ljudskih čimbenika usmjereno na analizu utjecajnih uzroka najučestalijih vrsta zrakoplovnih nesreća kao specifičnih područja za koja je potrebno razviti odgovarajuće metode sigurnosnog menadžmenta.



Slika 17. Specifična sigurnosna područja - kategorije zrakoplovnih nesreća

Statističkom analizom zrakoplovnih nesreća utvrđeno je da se gotovo 50 posto nesreća događa tijekom finalnog prilaza i slijetanja. Završni dio letne operacije najkritičnija je faza leta jer je složenost zadaća najveća, a kapatibilnost letačkog osoblja najmanja.

Stoga je FSF inicirao istraživanje utjecajnih elemenata prilazno-sletnih nesreća kao jedno od glavnih područja sigurnosnih inicijativa. U razdoblju od 1980. do 1996. analizirane su 621 fatalne nesreće na uzorku transportnih, poslovnih i komercijalnih letova i utvrđeno je 287

prilazno-sletnih nesreća. Rezultati tih istraživanja bili su osnova za studiju, a kasnije i projekt izrade operativnog pomagala za redukciju ove vrste zrakoplovnih nesreća.³⁷

Primarni uzroci ALA nesreća odnose se na posadu, a uključeni su u 71 posto nesreća. Najčešći primarni uzrok je "izostanak djelovanja/neadekvatno djelovanje", općenito se odnosi na posadu koja nastavlja sa snižavanjem ispod visine odluke³⁸ ili ispod minimalne visine snižavanja³⁹ bez vanjske vidljivosti ili kada je izgubljen vizualni kontakt.

Drugi najčešći uzrok "nedostatak spoznaje o poziciji u zraku", odnosi se na pogrešnu procjenu blizine zrakoplova površini povišenog terena odnosno vrhovima na reljefu zemljine površine. Često su zrakoplovi u takvim slučajevima neopremljeni sustavom upozoravanja GPWS ili nemaju na raspolaganju sredstva preciznog prilaza pa se u konačnici te nesreće pripisuju CFIT kategoriji nesreća.

Tablica 6. Primarni uzroci prilazno-sletnih nesreća zrakoplova

Primarni uzročni čimbenik *	ALAs fatalne nesreće	Postotak od 279 ALAs
Izostanak djelovanja/ neadekvatno djelovanje	69	24,7%
Nedostatak spoznaje o poziciji u zraku	52	18,6%
Upravljanje letom	34	12,2%
"Press-on-itis" ⁴⁰	31	11,1%
Slaba profesionalna procjena	12	4,3%
Ukupno	198	
*Raspoložive informacije o uzročnim čimbenicima ALAs – approach-and-landing accidents, uključuju mlazne i turboelisne zrakoplove maksimalne poletne težine veće od 5700 kg (12500 lb)		

Izvor: U.K. Civil Aviation Authority/Flight Safety Foundation

CFIT nesreća definira se kao slučaj u kojem se zrakoplov, pod kontrolom posade, koji je u normalnoj mehaničkoj funkciji nenamjerno zalijeće u zemlju, vodu ili prepreku bez prethodne svjesnosti posade o predstojećem udaru.

Primarni tipovi pogrešaka povezanih sa letačkim posadama dijele se na:

- komunikacijske: nepravilni "read-back"⁴¹, ne slušanje frekvencije, davanje netočnih informacija.
- navigacijske: selektiranje pogrešne frekvencije za željenu radio postaju, selektiranje pogrešnog radijala ili kursa, pogrešno tumačenje karte.

³⁷ Approach and Landing Accident Reduction (ALAR) Tool Kit.

³⁸ Izvorni termin: DH – decision height

³⁹ Izvorni termin: MDA – minimum descent altitude

⁴⁰ Izraz koji se koristi za ustrajno produžavanje leta ka određenom aerodromu unatoč nespemnosti zrakoplova ili posade. Posljedice "brzanja-požurivanja" mogu biti: nestabilan zrakoplov, nekompletna prijeletna priprema i liste provjere, ubrzani prilaz, zbunjenost i rastresenost posade, snižavanje ispod MDA ili DH bez vanjske vidljivosti.

⁴¹ Read-back – ponavljanje odobrenja ili instrukcije dobivenog od strane kontrole letenja vezanog za razinu leta, brzinu, kurs, SSR, rutu, podešavanje visinomjera, VDF informacije, promjenu frekvencije, EAT, USS.

- proceduralne: ne pribavljanje zahtijevanih informacija, nekompletna priprema, ne izvođenje ili nekompletna lista provjere, ne pridržavanje propisane procedure po listi provjere, ne proučavanje karata ili dobivenih kritičnih informacija.
- svjesnost situacije: kontroliranje zrakoplova prema pogrešnim parametrima.
- operacije sa sustavima: neprikladno rukovanje pogonskom grupom ili hidrauličnim, kočionim ili gorivnim sustavom, zanemarivanje ili nepodešavanje instrumenata, onesposobljavanje sustava za upozorenje.
- taktičke odluke: neprikladno donošenje odluke, nemogućnost poduzimanja ponovne akcije na dobiveni signal, nemogućnost vođenja računa o upozorenjima koji zahtijevaju reviziju poduzete akcije.
- nadgledanje/upozorenje: nemogućnost nadgledanja ili upozorenja na pogrešnu akciju ili izostanak prikladne akcije od strane drugog člana posade.

Kategorija nesreća na stajanci⁴² specifična je u kontekstu izučavanja ljudskih čimbenika i sigurnosnog menadžmenta zbog neodgovarajućeg normiranja uvjeta licenciranja i trenaže osoblja. Radi se o transportnim i manipulativnim poslovima, koji su izravno vezani za proces pripreme zrakoplova. U aerodromskoj operativi sezonskog karaktera, angažira se «outsourcing» osoblje, za koje nije propisana temeljna obuka o ljudskim čimbenicima.

5. METODOLOGIJA PREVENCIJE ZRAKOPLOVNIH NESREĆA

U prevenciji zrakoplovnih nesreća i sigurnosnom menadžmentu zračnog prometa načelno se razlikuju dva metodološka pristupa – konvencionalni pristup, koji se temelji na reaktivnim metodama, te proaktivni pristup, koji pretpostavlja detektiranje i upravljanje rizicima u latentnim fazama.

5.1. Sigurnosna kultura

Na globalnoj razini sve više je uvriježen pojam sigurnosne kulture u sigurnosnom menadžmentu zrakoplovne operative. Taj je pojam inaugurirao prof. Helmreich u istraživačkim projektima razvoja operativnih programa sigurnosti za zrakoplovnu operativu.

Dosadašnji tradicionalni pristup u prevenciji nesreća i nezgoda uzrokovanih propustom/greškom osoblja temeljio se je na takozvanoj kulturi okrivljavanja⁴³. Prema tom tradicionalnom stavu isključivo se čovjek smatra krivim za pogrešku i nastale posljedice.

⁴² Izvorno: Ground Accident.

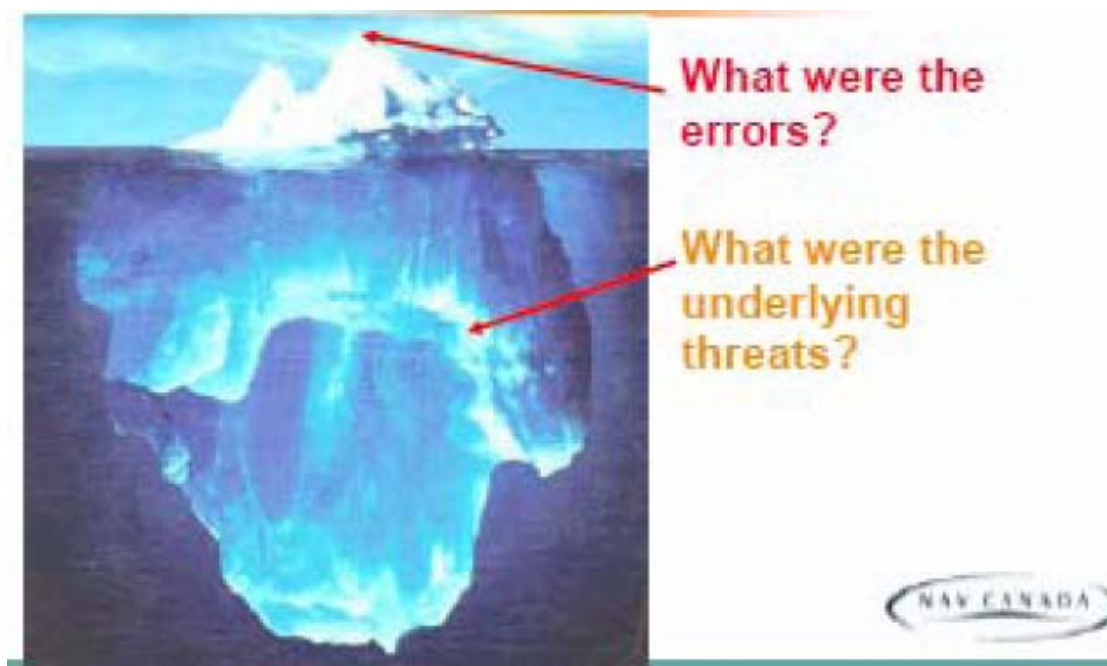
⁴³ Izvorni termin korišten u stranoj literaturi je "blame culture"

Drugim riječima, čovjek ne smije grješiti, jer automatski snosi krivnju i podložan jesankcioniranju.

Taj je pristup još uvijek glavna preprekua u razvoju sigurnosne kulture zbog kojeg većina pogrešaka počinjenih u letačkim operacijama biva prešućena ili prikrivena.

Heinrichova piramida pokazuje da svakoj zrakoplovnoj nesreći prethodi 15 nezgoda te 300 izvanrednih događaja iste uzročnosti. Stoga bi prikupljanje podataka o uzrocima u latentnim fazama pridonijelo proaktivnoj koncepciji preveniranja zrakoplovnih nesreća.

Prikaz odnosa veličine preventivskog uzorka u aktivnoj i latentnoj (prikrivenoj) fazi može se prikazati i tzv. «iceberg» modelom.



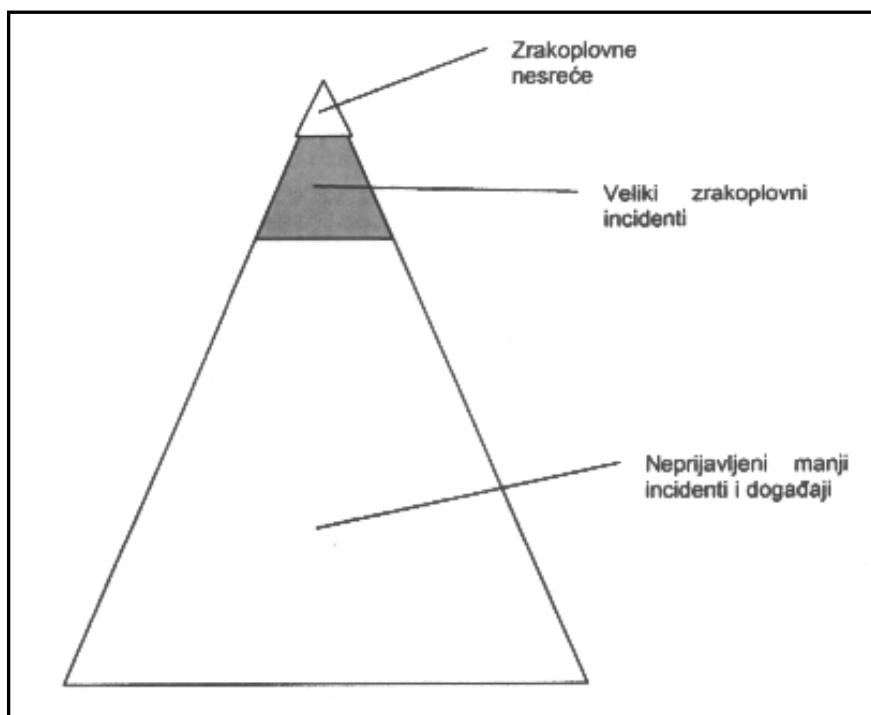
Slika 18. Iceberg model

Sigurnosna kultura polazi stare latinske poslovice «grješiti je ljudski»⁴⁴ U tom se smislu i u zrakoplovnoj operativi treba pretpostaviti da tko radi, taj i griješi odnosno da se pogreške mogu dogoditi. Negiranje te činjenice predstavlja glavnu preprekuu transformaciji tradicionalne kulture okrivljavanja u kulturu istine⁴⁵.

Organizacije moraju potpuno razumijevati utjecaje kulture na sigurnost pri obavljanju letnih operacija. Kulturno okružje utječe na vrijednosti, uvjerenja i ponašanja koje se dijele sa ostalim članovima zajednice.

⁴⁴ Izvorno: Eratio humanum est.

⁴⁵ Izvorno se koristi termin "thruth culture"

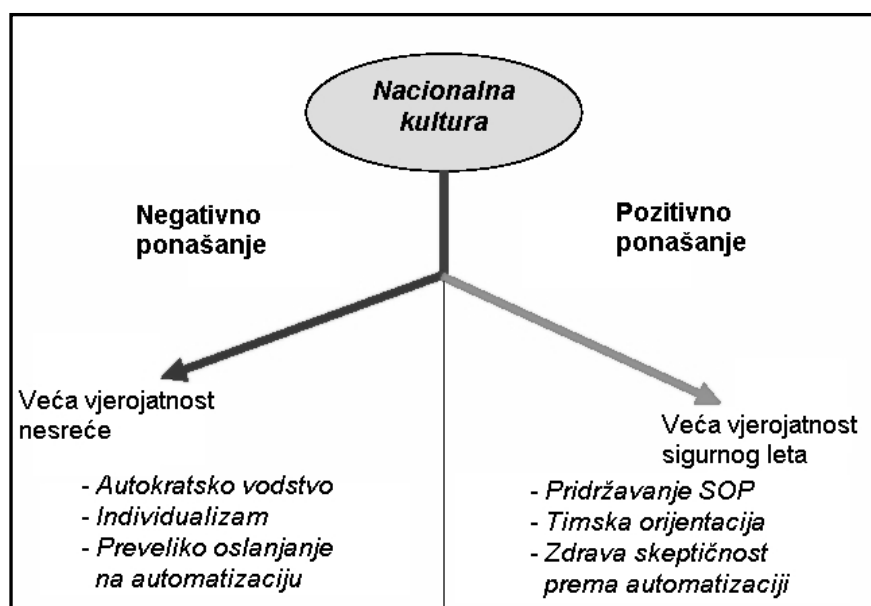


Slika 19. Heinrichova piramida

5.1.1. Nacionalna kultura

Nacionalna kultura je podijeljena na dijelove nacionalne baštine. Uključuju norme ponašanja, stavove i vrijednosti. Neki aspekti nacionalne kulture su identificirani kao kritični u zrakoplovstvu a uključuju individualizam, kolektivism, distanciranje od autoriteta, izbjegavanje neizvjesnosti i odnos prema pravilima i redu.

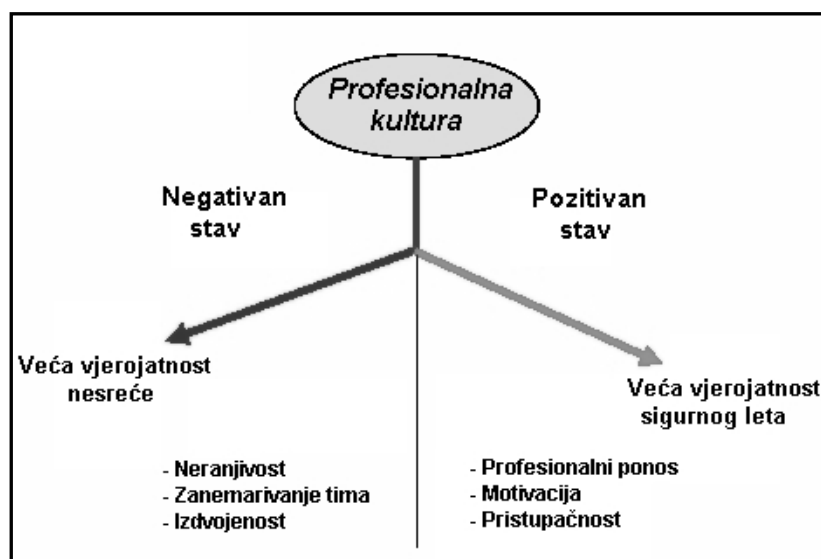
Komunikacija između različitih kultura često je otežana jezičnim preprekama, kao i kulturnim vrijednostima.



Slika 20. Utjecaj nacionalne kulture na ljudske pogreške

5.1.2. Profesionalna kultura

Pozitivni aspekt kulture pilota je ponos prema njihovoj profesiji. Oni vole svoj posao i snažno su motivirani da taj posao urade dobro. Snažna negativna komponenta profesionalne kulture je osjećaj profesionalne neranjivosti. Većina pilota u različitim zemljama smatraju da je njihovo donošenje odluka jednako ispravno u izvanrednim kao i u normalnim situacijama, da na njihovu učinkovitost ne utječu osobni problemi i da ne rade više grešaka u visoko stresnim situacijama.



Slika 21. Utjecaj profesionalne kulture na ljudske pogreške

5.1.3. Organizacijska kultura

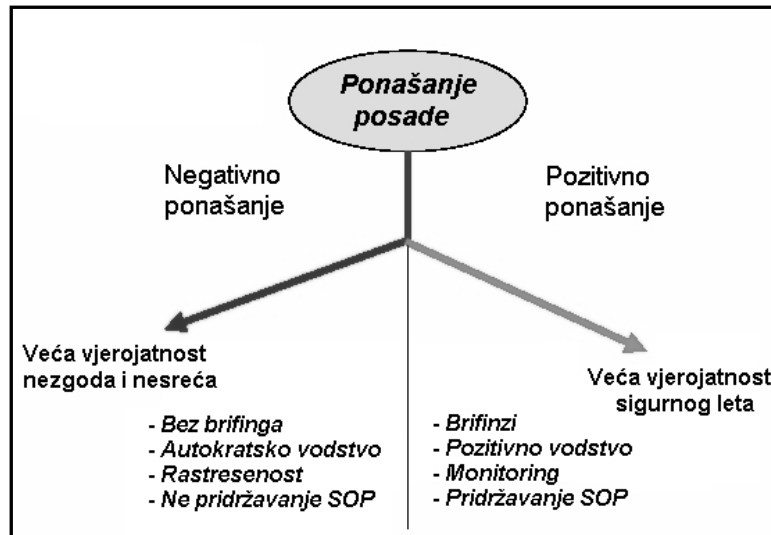
Organizacija postavlja okvire unutar koje nacionalna i profesionalna kultura funkcioniraju te određuje ponašanje pojedinca u okruženju. Na organizacijskoj razini je najveća odgovornost kreiranja i podizanja sigurnosne kulture. Da bi se to postiglo potrebno je stimulirati otvorenu komunikaciju i prikladne akcije, umjesto poricanja kao reakcije na probleme i ne razotkrivanje rizika.

Sve više organizacije postaju multikulturalne. Pojedinci različitih etničkih pripadnosti zajedno rade u kokpitu što može rezultirati problemima u komunikaciji. Piloti također mogu imati i različitu prijašnju profesionalnu karijeru npr. civilni i vojni piloti.

Razvoj sigurnosne kulture u velikoj mjeri ovisi o spremnosti organizacije na poduzimanje različitih akcija uključujući i nepopularne mjere sigurnosnog menadžmenta, koje nisu na liniji glavnog cilja – profita. U koncipiranju proaktivnih sigurnosnih programa trebaju se zadovoljiti osnovni uvjeti:

- povjerenje
- ne kažnjavajuća politika prema ljudskim pogreškama

- obveza poduzimanja akcija koje preveniraju okolnosti induciranja pogrešaka
- trenaža, prepoznavanje ugroze, izbjegavanje pogrešaka, strategija upravljanja posadama (CRM)
- trenaža u prepoznavanju i vrednovanju ugroze, upravljanje greškama za instruktore i ocjenjivače



Slika 22. Utjecaj organizacijske kulture na ponašanje posade

5.2. Upravljanje pogreškama

Ljudska ograničenja imaju presudan utjecaj na pojavu zrakoplovnih nezgoda i nesreća. Činjenica je da se tri od četiri nezgode ili nesreće mogu pripisati tom uzročnom čimbeniku. Povijesno gledajući, sigurnost u zrakoplovnim sustavima tražila se u tehnologijskim rješenjima – usavršavanje zrakoplovnih sustava, dizajniranja opreme i poboljšanja procedura. Činjenica da se nezgode i nesreće i dalje kontinuirano događaju usmjerava pažnju međunarodne zrakoplovne zajednice na ljudsku komponentu. Presudan utjecaj ljudskih sposobnosti i ograničenja na sigurnost zračnog prometa preudicira i interes za istraživanje ove znanstvene discipline. Stoga se fokus cijele zrakoplovne industrije preusmjerava s problematike saniranja posljedica ljudskih pogrešaka na razvijanje metodologije preveniranja i upravljanja pogreškama⁴⁶. Zrakoplovni operateri poput zrakoplovnih kompanija moraju ovu činjenicu uvažavati u koncipiranju sigurnosnog upravljanja. Razlikuju se dvije koncepcije,

⁴⁶ Izvorno: Threat Recognition and Error Management (TREM). Upravljanje greškama obuhvaća korištenje svih raspoloživih podataka u svrhu razumijevanja uzroka grešaka i poduzimanje prikladnih akcija, uključujući i promjenu vladanja, procedura i specijalne trenaže radi reduciranja pojave grešaka i minimalizacije njihovih posljedica ukoliko se dogode.

koje se mogu primijeniti u fazi kreiranja sigurnosnih programa: tolerancija na pogrešku⁴⁷ i otpornost na pogrešku⁴⁸.

Tolerancija na pogrešku se najbolje može opisati usporedbom klasičnog pisaćeg stroja i tekst procesora suvremenog računala. Pogreška u tipkanju na pisaćem stroju zahtjeva ponovno tipkanje cijelog teksta ukoliko se želi tekst bez greške. Za razliku od pisaćeg stroja, tekst procesor takvu grešku u tipkanju rješava jednostavnim brisanjem pogrešno otipkanog slova. Razdvajanjem procesa kreiranja teksta i ispisa teksta, stvoren je prostor za jednostavnu korekciju greške.

Otpornost na pogrešku se može također objasniti na primjeru osobnog računala. Kada korisnik pokuša učiniti akciju koja može izazvati štetu bilo sustavu ili osobnim podacima, računalo će prije izvršenja takve akcije pitati korisnika da li je siguran da želi provesti akciju. Time će odlaganjem izvršenja spriječiti pogrešku korisnika.

Upravljanje pogreškama kao proces se sastoji od dvije komponente:

- smanjenje broja grešaka⁴⁹ - komponenta usmjerena na preventivno djelovanje u smislu sprječavanja pojave pogrešaka.
- neutraliziranje pogrešaka⁵⁰ - komponenta usmjerena na mjere kojima se limitiraju negativne posljedice pogreške.

Upravljanje pogreškama je u stvari sastavni dio dobrog upravljanja. U svim organizacijama koje se bave potencijalno opasnim djelatnostima, upravljanje pogreškama je ugrađeno u sustav upravljanja. Sve takve organizacije koriste širok raspon metoda upravljanja pogreškama. U zrakoplovstvu se koriste metode i tehnike, od kojih je većina normirana adekvatnim pravnim normama - propisima, kao što su odabir kadrova, upravljanje ljudskim resursima, školovanje i periodične obnove znanja, licenciranje i ovlaštenja za rad, različite inspekcije i nadzori itd.

Sve organizacije tendiraju stanju nulte greške, međutim, sve dok ljudi djeluju u kompleksnom okruženju pogreške će se događati.

Pod stresom, radnim preopterećenjem ali i u uvjetima nižeg radnog opterećenja, dosade i monotonije vjerojatnost pogreške se uvećava. Najbolje čemu se organizacije mogu nadati je učinkovito upravljanje pogreškama, smanjenjem vjerojatnosti pogrešaka i njihovih posljedica. U zakonskoj regulativi i društvenim normama prevladavajući je stav da krivicu za pogrešku snosi krajnji počinitelj. Međutim, objektivne istrage nezgoda ili nesreća u najvećem broju slučajeva otkrivaju da postoji lanac čimbenika i uzroka koji su pridonijeli krajnjem neželjenom događaju.

⁴⁷ Error tolerance

⁴⁸ Error resistance

⁴⁹ Error reduction

⁵⁰ Error containment

U zrakoplovstvu se često koristi pojam zalihosti⁵¹ kojim se izražava tolerantnost sustava na pogreške i kvarove, odnosno postojanje "linija obrane" ili paralelnih sustava. Osnovno je pravilo da svi sustavi zrakoplova koji imaju vitalni utjecaj na sigurnost letenja moraju imati zamjenske sustave, kako bi se zrakoplov osigurao od otkaza takvog primarnog sustava⁵². Iza pilota kao krajnjeg izvršitelja postoji cijela organizacija, koja ima ugrađene "linije obrane" od ljudske pogreške i koja mora osigurati sve resurse i logistiku, kako bi krajnji izvršitelj bio u stanju obaviti svoj dio posla.

Ne postoji pojedinačni uzrok za većinu zrakoplovnih nesreća, nesreće su uzrokovane kombinacijom više različitih uzroka – onih manifestnih i onih latentnih. Odgovornost menadžmenta zrakoplovne kompanije u posljednje je vrijeme sve naglašenija.

Dva tipa propusta pridonose većini zrakoplovnih nesreća. Propust posade da prati propise (regulativu) ili standardne operativne procedure (SOPs) što se smatra aktivnim propustom.

Recentna istraživanja, međutim, ukazuju na činjenicu da dobar dio strateških odluka uprave tvrtke u sebi nosi određeni potencijal induciranja pogreške odnosno generira latentnu pogrešku⁵³. Latentni propust je pogreška, često proizašla iz odluka više razine upravljanja čijom se provedbom na nižim razinama organizacije mogu generirati dodatne latentne pogreške te se kao takve izazvati neželjeni ishod - zrakoplovnu nesreću ili incident.

Latentni propust može biti prikriven, sve dok u kombinaciji s drugim nepovoljnim okolnostima ne pridonese nesreći. Uključuje loše planiranje, propuste u procedurama, nedjelotvorno raspoređivanje, neadekvatnu trenažu, pogrešnu komunikaciju i nepravilnu raspodjelu sredstava.

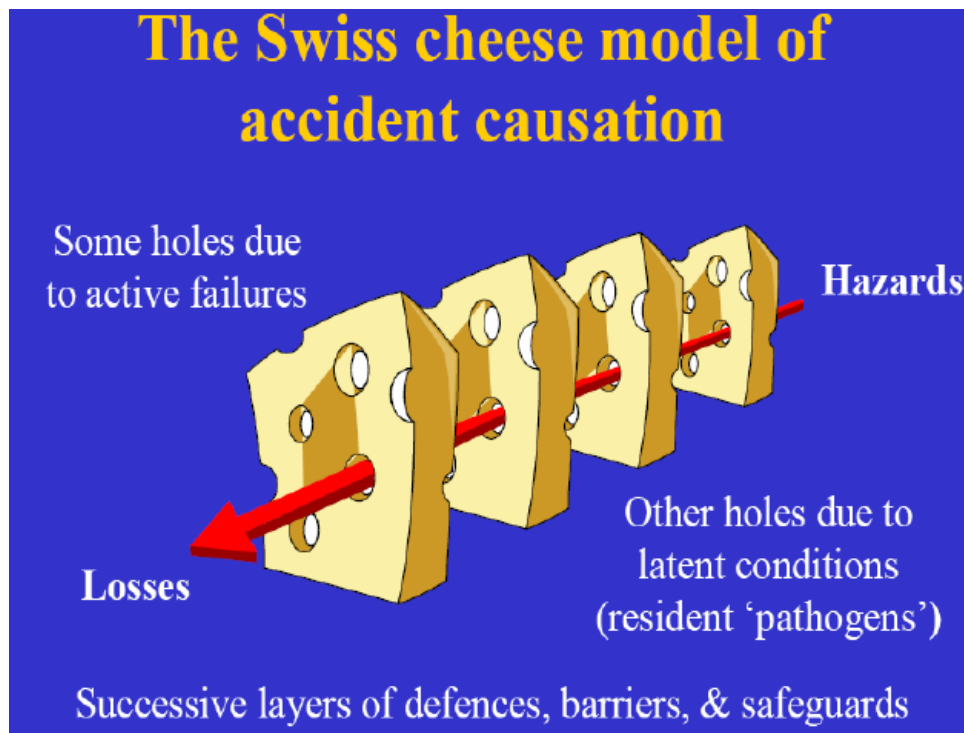
Menadžment također čini pogreške, ali je većina latentna. Općenito identificiranje latentnih propusta ima daleko veći potencijal u poboljšanju sigurnosti zračnog prometa nego fokusiranje na aktivne propuste. Pojedinačni latentni propust može se vremenom umnožiti više nego jedan aktivni propust.

Činjenica da su strateške odluke rukovodstva tvrtke uvijek kompromis između idealnog i realno mogućeg, te time uvijek mogući generator latentnih grešaka, ne smije biti tumačena kao a priori neodgovornost rukovodstva. Time bi se spriječio razvoj i upravljanje tvrtkom jer bi sve odluke postale prerizične. Zbog svega navedenog u praksu je i uveden termin "upravljanje greškama".

⁵¹ Izvorno: redundancy

⁵² Primjer: svi komercijalni zrakoplovi iznad određene najveće poletne težine imaju više pogonskih grupa, sustavi komandi su uvijek višestruki kao i električni generatori, navigacijski uređaji itd.

⁵³ Izvorni termin: latent failure



Slika 23. Reasonov model švicarskog sira

5.3. Sustavi izvješćivanja

Oko 80 posto svih zrakoplovnih nesreća u civilnom zrakoplovstvu pripisuje se ljudskom čimbeniku. Često takve nesreće sa tragičnim ishodom proizlaze iz serije incidenata, koji pojedinačno mogu biti bezopasni ali u kritičnom trenutku, pod specifičnim okolnostima i u određenoj kombinaciji rezultiraju katastrofom.

Na temelju istraživanja korelacije uzročnosti nesreća, nezgoda i situacija koje su skoro postale incidentne, H. W. Heinrich svoja je zapažanja opisao u knjizi "Industrial Accident Prevention". Ustanovio je da svakoj nesreći prethodi desetak nezgoda iste uzročnosti i 300 situacija koje su skoro postale incidentne. Korištenje ovog potencijala pozitivnog iskustva bila je temeljna ideja razvoja prvog povjerljivog, nekažnjivog⁵⁴ sustava izvješćivanja u SAD-u 1976. godine. Američki kongres⁵⁵ je zatražio od FAA da kreira sustav prikupljanja i obrađivanja svih vrsta podataka o incidentima u svrhu pružanja važnih informacija svim sudionicima u zrakoplovstvu. Radilo se o potrebi definiranja sustava koji unapređuje sigurnosni sustav u neprekinutom slijedu aktivnosti: neželjeni događaj - izvješćivanje – klasifikacija podataka i obrada - korektivne i preventivne akcije. Godine 1976. FAA je

⁵⁴ Izvorno: non-punitive

⁵⁵ Rezultat tog zahtjeva je što se godine 1974. srušio zrakoplov u prilazu na zračnu luku Washington-National a kasnija analiza nesreće pokazala je da je šest tjedana prije zrakoplov druge zrakoplovne kompanije jedva izbjegao nesreću na istom mjestu.

ovlastila NASA⁵⁶ za administraciju ovog sustava. Ostale zemlje popratile su taj primjer i uspostavile vlastite sustave izvješćivanja:

- UK - Confidential Human Incident Reporting Program (1982.)
- Kanada - Confidential Aviation Safety Reporting Program (1985-95.); SECURITAS (1995.)
- Australija - Confidential Aviation Incident Reporting System (1988.)

5.3.1. ASRS – Aviation Safety Reporting System

ASRS sustav izvješćivanja je najpoznatiji i najstariji sustav dragovoljnog, povjerljivog, nekažnjivog izvješćivanja o incidentima. Svrha ASRS programa je da piloti, kontrolori, letačko osoblje, mehaničari, zemaljsko osoblje i ostali koji su uključeni u zrakoplovne operacije podnose izvješća kada su uključeni ili promatraju incident ili situaciju u kojoj je kompromitirana zrakoplovna sigurnost. Baza podataka sadrži oko 500.000 izvješća.

Većina ovih izvješća uručena su od strane pilota. Ovi izvještaji su često bogati informacijama, iz perspektive njihovih podnositelja, koje detaljno opisuju okolnosti incidentnih situacija. Nesporno su iscrpan izvor informacija o svakodnevnim ljudskim pogreškama u zrakoplovnoj operativi.

Svi nacionalni sustavi nekažnjivog izvješćivanja u pravilu imaju isti problem, u suprotnosti su s temeljnom nacionalnom zrakoplovnom regulativom, koja po pravilu kažnjava svaku ljudsku pogrešku pri letačkim operacijama zrakoplova. Striktno tumačenje propisa ne dopušta pogreške zrakoplovnom osoblju. Analogno tome, bilo kakvo dragovoljno prijavljivanje propusta i incidenata je potencijalno riskantna aktivnost za počinitelja greške jer bi mogao biti sankcioniran. To je i razlog što je u "klasičnim" sustavima broj prijavljenih incidenata ili ugrožavanja sigurnosti sveden na minimum jer su se prijavljivali samo oni incidenti koje nije bilo moguće prikriti. Najveći broj manjih incidenata ostao je neprijavljen i neobrađen. Imajući u vidu potrebu za kvalitetnijim i učestalijim izvješćivanjem, a i da se premoste pravni problemi, uvedeno je nezavisno tijelo između osobe koja prijavljuje incident i zrakoplovnih vlasti.

Posrednik je Državna agencija za svemirska istraživanja NASA koja zaprima izvješća bazirana na dragovoljnosti, tajnosti i nekažnjivosti. Na taj način FAA ne doznaje ime osobe odgovorne za incident, pa ne mora pokrenuti represivne mjere po službenoj dužnosti.

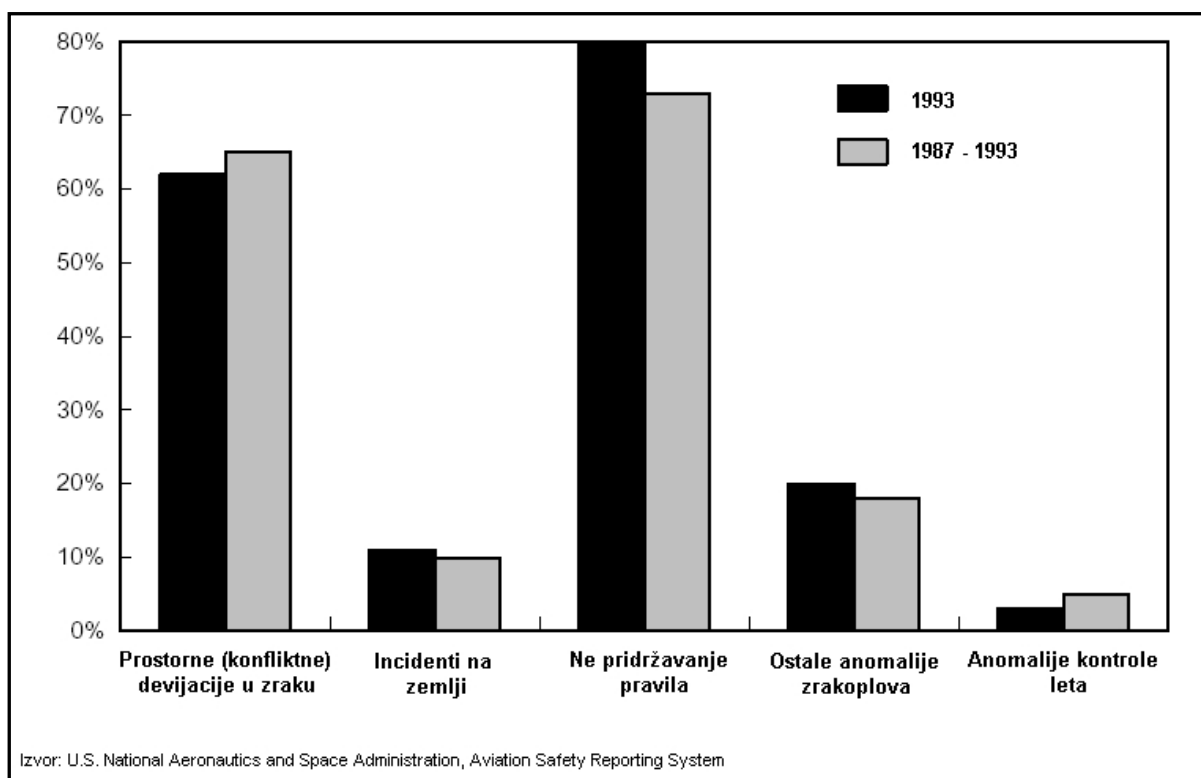
⁵⁶ NASA - National Aeronautics & Space Administration

5.3.2. Pokazatelji praktične primjene ASRS sustava

Podaci prikupljeni ASRS sustavom pokazuju da su za razdoblje od 1987. do 1993. kategorije nepridržavanje pravila i zahtjeva te prostorne (konfliktna) devijacije u zraku najčešći uzroci incidenata.

Godine 1993. nepridržavanje pravila i zahtjeva predstavljalo je 80 posto slučajeva u izvješćima od ukupne baze incidenata u usporedbi sa prosjekom od 73 posto za period od 1987. do 1993.

Kategorija incidenata prostornih (konfliktnih) devijacija u zraku obuhvaćala je 1993. godine 63 posto ukupnog broja izvješća o incidentima, a 65 posto za sedmogodišnje razdoblje.⁵⁷



Slika 24. Najučestalije kategorije incidenata u ASRS izvještajima

Izvješća o nepridržavanju pravila i zahtjeva podijeljeni su na: nepridržavanje odobrenja kontrole leta sa 55 posto slučajeva u izvještajima godine 1993. ili sa prosjekom od 52 posto za period od 1987. do 1993., nepridržavanja federalnih zrakoplovnih propisa sa 23 posto ili prosjekom za sedmogodišnji period od 20 posto, nepridržavanje publiciranih procedura sa 17 posto ili prosjekom od 12 posto te nepridržavanje kompanijske politike i ostalo sa 2 posto.

Kategoriju prostornih devijacija u zraku predstavljaju: devijacije visine sa 17 posto slučajeva u izvješćima za 1993. godinu ili prosječno 21 posto u sedmogodišnjem razdoblju za

⁵⁷ Izvješća o incidentima mogu pripadati u više od jedne kategorije tako da postotak od ukupne baze incidenata može biti viši od 100%

postignutu veću visinu od zadane pri penjanju ili snižavanju, devijacije od putanje ili kursa sa 16 posto za oba razdoblja.

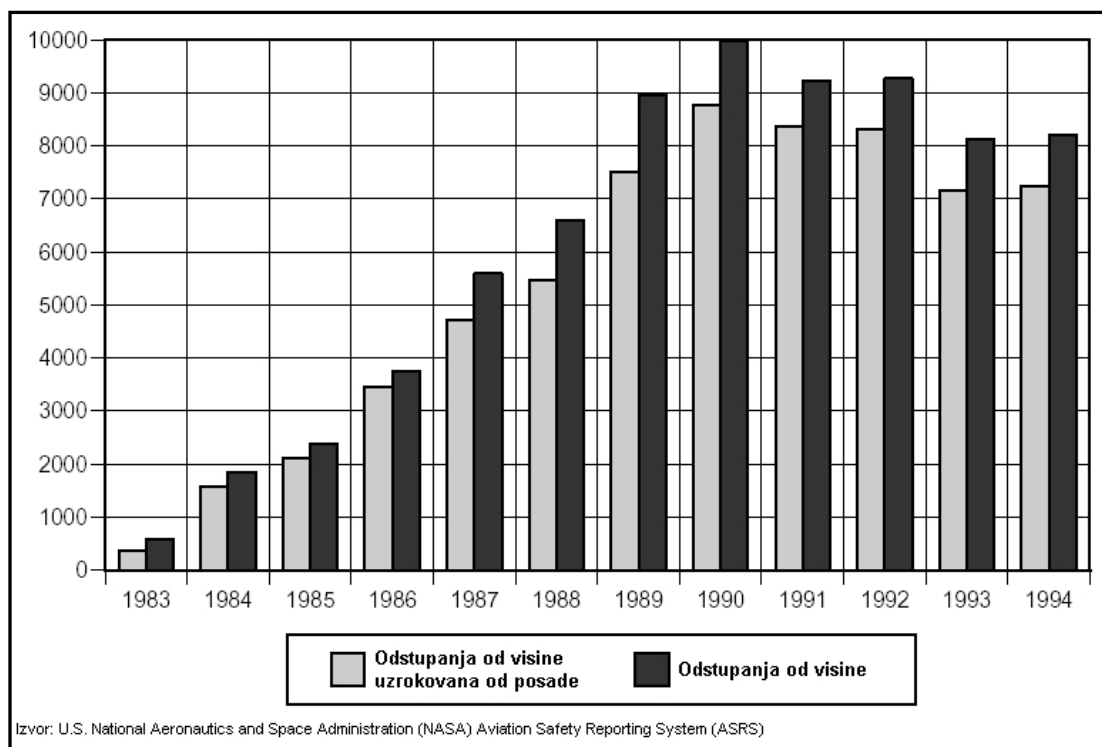
Kategorije incidenata na zemlji sa 10 posto slučajeva u izvještajima za 1993. godinu i 11 posto za razdoblje od 1987. do 1993. te anomalije kontrole leta sa 3 posto za 1993. i 5 posto za sedmogodišnje razdoblje nisu ni približno učestale kao kategorije nepridržavanja i prostornih devijacija u zraku.

Ostale anomalije zrakoplova sa 20 posto slučajeva u izvješćima od 1993. i prosjekom od 18 posto u sedmogodišnjem razdoblju uključuju incidente s opremom, nailazak loših vremenskih uvjeta, gubitak kontrole nad zrakoplovom u zraku i prijelaz iz VFR u IMC uvjete letenja.

Prevenција odstupanja od visine

Sigurnost leta znatno se može narušiti kada zrakoplov odstupi od svoje dodijeljene visine leta. U svrhu smanjenja rizika neke zrakoplovne kompanije su pažljivo usvojile program svjesnosti visine s ciljem reduciranja odstupanja od dodijeljenih visina.

U ASRS izvješćima o incidentima ovakvi se slučajevi službeno nazivaju "odstupanje pilota od zadane visine"⁵⁸. Posljedice odstupanja od visine mogu sezati od sudara zrakoplova u zraku do ozljeda putnika i članova posade uslijed naglog manevra u svrhu izbjegavanja zrakoplova ili povratka na zadanu visinu.



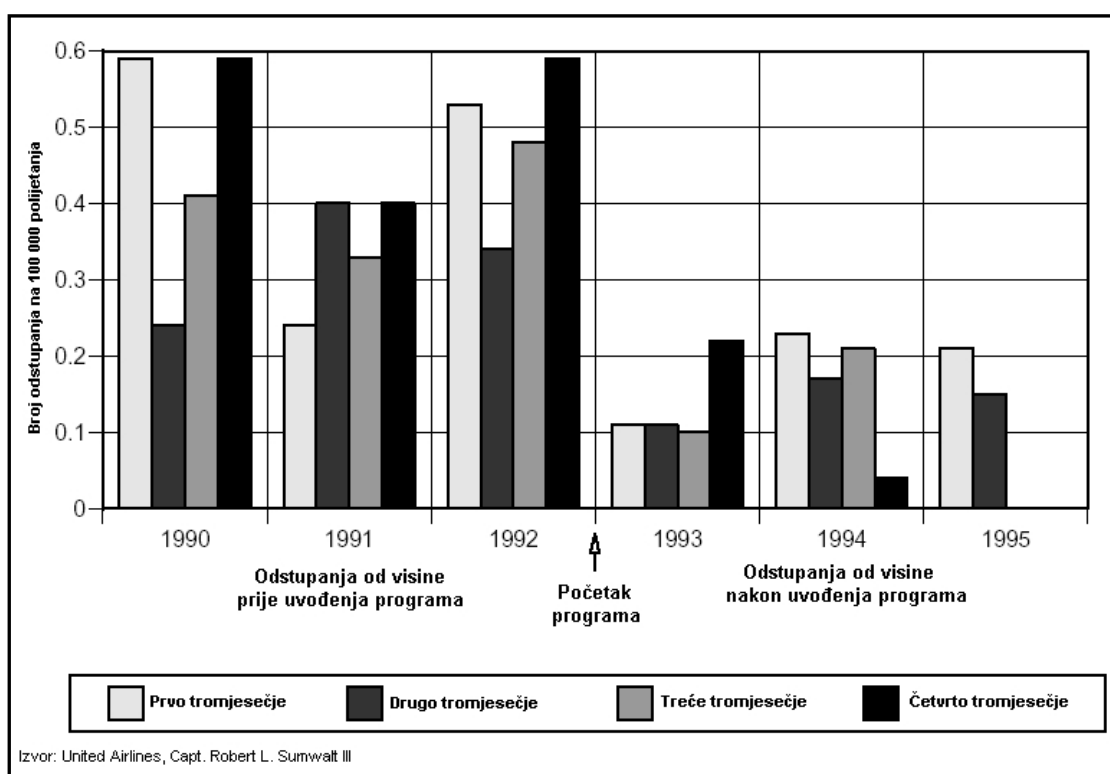
Slika 25. Odstupanje od visine prema ASRS izvješćima u razdoblju od 1983. do 1994.

⁵⁸ Izvorno: "pilot deviation from assigned altitude" ili među zrakoplovcima "altitude bust"

Slijedeći su primjeri ljudske pogreške koji mogu dovesti do odstupanja od visine:

- kontrolor određuje i dodjeljuje pogrešnu visinu
- kontrolor odašilje putem radio veze pogrešnu visinu pilotu ali pilot ne ponavlja zadanu visinu i kontrolor ne zahtjeva ponavljanje
- autopilot ne zaprima podešenu dodijeljenu visinu
- pilot prihvaća odobrenje za visinu koje se odnosi za neki drugi zrakoplov
- pilot putem radio veze prima ispravnu visinu ponavlja ispravnu visinu ali unosi pogrešnu visinu na uređaj za uzbunjivanje prolaska zadane visine⁵⁹

U nekim slučajevima su uočeni i višestruki izvori pogrešaka. Na primjer pilot može unijeti u uređaja za uzbunjivanje pogrešnu visinu uslijed konfuzije koja rezultira iz sličnih znamenki za brzinu, kurs ili pozivni znak ili zbog toga što je očekivao određenu visinu ali koja nije dodijeljena od strane kontrole leta. Prema prikupljenim podacima FAA studije 162 izvješća o odstupanju od visine popunili su letačke posade, a 496 izvješća su popunili kontrolori leta. Od izvješća koji su imali višestruki izvor pogrešaka, posada je navedena kao izvor greške u 83 posto (prema ASRS u 87 posto) slučajeva.



Slika 26. Odstupanja od visina prije i nakon uvođenja programa svjesnosti visine

Svrha iznošenja ovih podataka nije prebacivanje krivnje na posade već da rezultati statističke analize budu ishodište za razvoj preventivnog programa usmjerenog na uzročnost pogrešaka posada.

⁵⁹ Izvorno: Altitude Alerter ili MCP-Mode Control Panel.

Nekoliko američkih zrakoplovnih prijevoznika razvilo je programe svjesnosti visine kao pomoć u sprječavanju odstupanja od visine od strane letačkih posada.

Tijekom prvih devet godina od formalnog uvođenja programa (1986.-1995.) jedan zrakoplovni prijevoznik⁶⁰ na 200.000 letova nije imao niti jednog odstupanja od visine. Drugi dobro dokumentirani program razvijen je 1990. kao zajednički projekt US Air i US ALPA⁶¹. U prvih 14 mjeseci praćenja programa implementacije, stopa odstupanja visine reducirana je za više od 50 posto. Daljnjim unapređenjem programa US Air odstupanja od visine smanjena su za približno 75 posto.

Prije implementacije svog programa US Air je analizirao 150 ASRS izvješća o incidentima koji uključuju odstupanja od visine. Raščlamba je pokazala da se, osim nekoliko složenih, odstupanja od visine mogu delegirati u sedam kategorija pogrešaka:

- greška ponavljanja poruke/slušanja ponovljene poruke (obuhvaća skoro četvrtinu ukupnih odstupanja od visine)
- nepravilno podešavanje uređaja za uzbunjivanje prolaska zadane visine
- odvlačenje pažnje od strane putnika, ostalih članova posade ili kvar sustava zrakoplova
- neuspješno zaprimanje podešene dodijeljene visine od strane automatskih sustava
- nepravilno podešavanje visinomjera
- nedostatak ili neprikladna disciplina posade te nedostatak ili neprikladne procedure
- operativne greške kontrole leta

Poboljšanje komunikacije

Analiza ASRS podataka u petogodišnjem razdoblju potvrđuje učestale pogreške u transferu informacija u 70 posto izvješća i to povezano sa glasovnom komunikacijom. Efikasan program se temeljiti na jasnoj, nedvosmislenoj komunikaciji sa kontrolom kao i komunikaciji u kokpitu.

Za komunikaciju sa kontrolom presudna je propisana radio frazeologija. Dosljedna uporaba frazeologije u najvećoj mjeri pridonosi smanjenju rizika nerazumijevanja radio transmisije, a ujedno povećava mogućnost prepoznavanja učinjene pogreške.

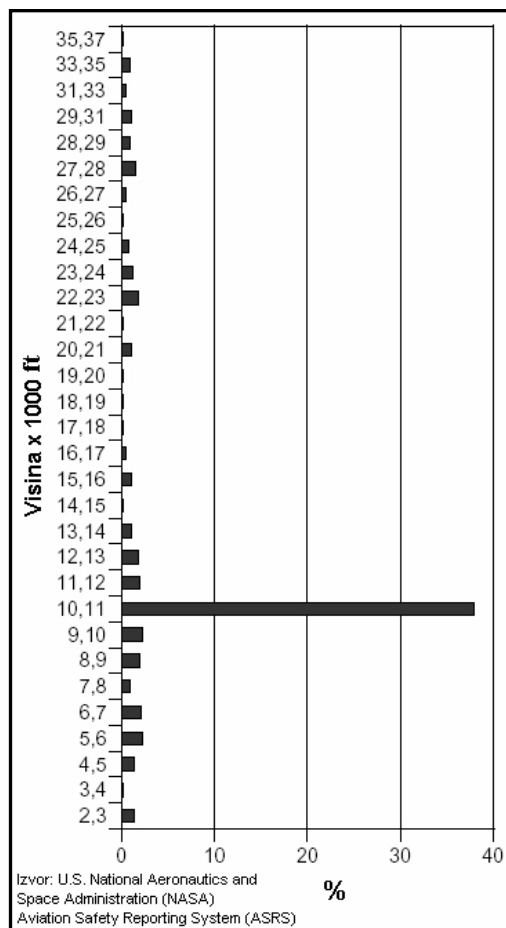
Treba poticati pilote da pažljivo ponavljaju kontroli odobrenja i promjene visine i pozivni znak zrakoplova. Preporuča se da pilot izvijesti kontrolu kada napušta prethodno dodijeljenu visinu ili razinu leta prema novo dodijeljenoj visini ili razini leta.

Ova radio poruka privlači pažnju kontrolora kada neki zrakoplov namjerava promijeniti visinu i omogućava provjeru visine na koju zrakoplovprelazi.

⁶⁰ Midwest Express Airlines

⁶¹ U.S. Air Line Pilots Association

Pogreška ponavljanja poruke/slušanja ponovljene poruke je dvostrana pogreška. Prvo pilot griješi u ponavljanu odobrenja, drugo, kontrolor ne uspijeva registrirati i ispraviti grešku. Najčešće je odstupanje na visini 10.000 ft. Izvješća ASRS pokazuju da 38 posto slučajeva uključuje pogrešno interpretiranje visine 10. 000 ft.



Slika 27. Postotak odstupanja od visine po različitim visinama leta

Procedura podešavanja uređaja za uzbunjivanje

Gotovo svi transportni zrakoplovi opremljeni su uređajima koji zvučnim signalom upozoravaju pilota da se približava dodijeljenoj visini.

Presudno je da na uređaju bude podešena ispravna visina. Studije pokazuju da približno jedna trećina odstupanja od visine uključuje pogrešno podešavanje uređaja. Dio programa svjesnosti visine obuhvaća i proceduru podešavanja ispravne visine na uređaju. Kada pilot koji ne leti (PNF⁶²) zaprimi zadaću o promjeni visine od strane kontrole, unosi visinu u uređaj, pokazuje na njega i verbalno ponavlja visinu. To bi trebalo utjecati na pilota koji leti (PF⁶³) da potvrdi ponovljenu visinu kao ispravnu i da je ta visina pravilno unešena u uređaj za uzbunjivanje. Pilot koji leti tada ponavlja visinu koju je on čuo i razumio. Ako postoje neke razlike u

⁶² PNF-Pilot Not Flying

⁶³ PF-Pilot Flying

razumijevanju, tada problem rješava kontrola leta (nikada ne dogovorom). Nakon toga pilot koji leti pogleda u uređaj radi potvrđivanja da je podešena odgovarajuća visina.

Nadziranje visine

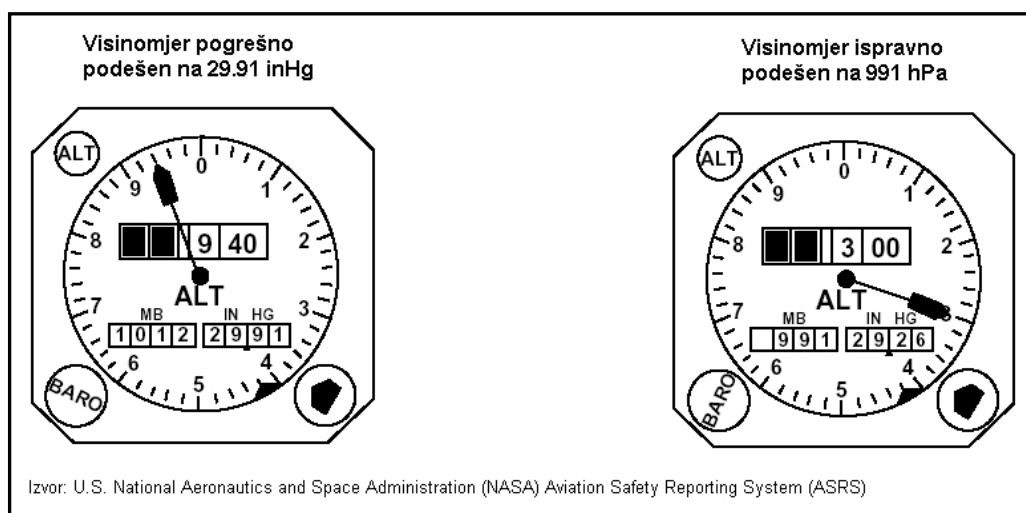
Zrakoplovne kompanije najčešće zahtijevaju da pilot, koji ne leti, obavijesti pilota koji leti kada se u penjanju ili snižavanju zrakoplov nalazi 1.000 ft (305 m) ispod ili iznad dodijeljene visine, kako bi se zrakoplov na vrijeme preveo u horizontalni let na određenoj visini. Kao dio programa definira se tko, kada i što govori. Na primjer: "Six thousand to seven thousand", privlači pažnju drugog člana posade koji može pitati: "Seven thousand?" Zar nam nije odobreno: "Seventeen thousand?".

Prioriteti posade i dodjeljivanje zadaća

Jedna četvrtina pilotskih izvješća o odstupanju od visine upozorava na pogreške uslijed pogrešnih prioriteta i obavljanja drugih zadaća. Program svjesnosti visine sugerira posadama suzdržavanje od obavljanja sporednih zadaća, primjerice papirnatih poslova, konzumiranja obroka ili traženja prilazne karte slijedeće destinacije, dok je zrakoplov u fazi penjanja ili snižavanja. Mnoge od ovih zadaća mogu pričekati dok se zrakoplov ne prevede u horizontalni let. Možda se neke zadaće nemogu prolongirati dok se zrakoplov ne izravna, ali prioritarna se pažnja treba posvetiti nadziranju instrumenata tijekom promjene visine.

Prijelazna visina

Prema FAA studiji brojni incidenti događaju se kada pilot pogrešno unese barometarski tlak na visinomjeru (prijelazna visina) ili provjeri samo posljednje dvije znamenke, što dovodi do nepravilno podešenog visinomjera i odstupanja u visini.



Slika 28. Posljedica nepravilno podešenog visinomjera iz jednog ASRS izvješća

U ovom slučaju drugi pilot je pogrešno percipirao QNH tlak i umjesto 29.91 in Hg podesio visinomjer na 991 hPa. Kao posljedica pogrešno podešenog visinomjera visina zrakoplova je u stvari bila 640 ft (195 m) niža tijekom prilaza nego što je posada očitavala na visinomjeru.

Za prevenciju takvih nesreća sugerira se prije prilazne i faze slijetanja pregledavanje prilaznih karata, a svaki član posade trebao bi posvetiti posebnu pažnju podešavanju visinomjera, osobito da li se tlak iskazuje u inch-ima žive (in Hg) ili milibarima (mb) ili hektopaskalima (hPa).

5.3.3. Standardizirano školovanje i trenaža

Letačka djelatnost svrstava se u red najtežih operatorskih dužnosti koja se obavlja u uvjetima vremenskog deficita i nametnutog tempa rada, u stanju povišene emotivne, umne, osjetne i motoričke napetosti, a u sredini i uvjetima koji čovjeku nisu prirodno namijenjeni. Stoga je školovanje pilota jedno od najzahtjevnijih i najskupljih ljudskih djelatnosti. Educiranost i obučenost pilota su ključni čimbenici u prevenciji grešaka i ugrožavanju sigurnosti letenja.

Upravo da bi se osigurao minimum standarda na planu školovanja letačkog osoblja zakonodavac je propisao pravilnik o uvjetima i načinu stjecanja, izdavanja, obnavljanja i produživanja valjanosti dozvole i ovlaštenja pilota, programe za stručno osposobljavanje, provjeru i utvrđivanje stručne sposobnosti i uvjete kojima moraju udovoljavati pravne osobe koje obavljaju stručno osposobljavanje pilota. Zadovoljavanje uvjeta kompatibilnosti članova posada te specifičnosti osobnosti i discipline od najvećeg je značenja u selekcijskim testovima za letačko osoblje.

Sve je naglašenija i potreba koordinacije članova posade tijekom izvršenja letnih operacija (kategorija neusklađenog djelovanja i hijerarhijskih barijera između članova posade ima znatan uzročni udio u statistikama zrakoplovnih nesreća vezanih za ljudski čimbenik) umnogome je izmijenila uvriježeni način individualnog školovanja i trenaže pilota razvijanjem specijalnih CRM - programa i LOFT - scenarija, koji su u najnovije vrijeme implementirani u trenažne sustave vodećih svjetskih operatera.

Analize uzročnih čimbenika u statistikama zrakoplovnih nesreća pokazuju da se u gotovo preko 70% nesreća mogu identificirati greške letačkog osoblja. Opservacije istraživačkih programa pripisuju te pojave neodgovarajućem "interpersonalnom managementu" odnosno lošem timskom odlučivanju, neučinkovitoj komunikaciji, neodgovarajućem upravljanju te slaboj organizaciji.

Stoga je protiv prijetnji sigurnosti letenja koje uključuju ljudske pogreške razvijen CRM program trenaže kao primarna linija obrane.

Današnji CRM trenazni program je temeljen na točnim podacima o snazi i slabostima organizacije i uopćeno se može definirati kao "djelotvorna uporaba svih raspoloživih sredstava tj. opreme, procedura i ljudi u svrhu sigurnih i učinkovitih letnih operacija". Izgrađen na detaljnom znanju o aktualnim sigurnosnim pitanjima omogućuje organizacijama da poduzmu prikladne akcije.

Obuka je usmjerena na zajedničko djelovanje posade kao nedjeljivog tima u višečlanim posadama, a ne kao skup tehničkih sposobnosti pojedinaca, pri čemu se posebno naglašavaju slijedeći elementi: donošenje najbolje odluke, komunikacija, podjele dužnosti, uporabe liste provjere, zajedničko nadgledanje, timski rad, i potpore u svima fazama leta pod normalnim, nenormalnim i uvjetima nužde. Nadalje, obuka treba pilotima jamčiti mogućnost da u praksi primjene vještine što je neophodno da budu uspješni rukovodioci i članovi posada. Ova obuka zahtijeva vježbe koje uključuju da piloti djeluju kao članovi posade u ulozi pilota koji lete (Flying Pilot - PF) i pilota koji pomažu (Pilot Non Flying - PNF). Moraju biti upoznati s međuljudskim odnosima i kako najbolje upotrijebiti način suradnje posade i osobne i rukovoditeljske mogućnosti u svrhu postizanja učinkovitosti posade. U principu, svrha postupka suradnje posade je postizanje slijedećih ciljeva:

- Vođa zrakoplova provodi sva djelovanja i odluke bez obzira da li je PF ili PNF.
- Dužnosti PF i PNF su jasno određene i raspoređene na takav način da PF može svu pažnju usmjeriti upravljanju avionom.
- Suradnja se provodi na način koji će omogućiti normalan rad u normalnim, nenormalnim i situacijama u nuždi.
- Međusobno nadgledanje, obavješćivanje i suradnja zajamčena je cijelo vrijeme.

Od kraja 1980-tih koncept CRM-a se proširio diljem svijeta, nailazio na kritike, i sada je našao svoje mjesto u sigurnosnoj kulturi fokusirajući se na greške i opasnosti rukovođenja.

CRM trening se nalaže pilotima u svim zemljama članicama ICAO-a i zrakoplovnim kompanijama nekih država EU-a. CRM trening je proširen i na ostalo osoblje u zrakoplovnom sustavu, uključujući ostale članove posade, dispečere i tehničare.

LOFT⁶⁴ je program uvježbavanja posadarenaže i poboljšanja izvođenja tehničkih i CRM vještina tijekom cjelokupne letne operacije. Tijekom simuliranog leta simuliraju se opasne situacije sa kvarovima koje oni moraju riješiti i sigurno prizemljiti zrakoplov. Ponašanje i rad posada u takvim programiranim situacijama bilježi se preko videouređaja koji omogućuje ponovnu reprodukciju snimaka eventualnih pogrešaka posade tijekom simuliranog leta.

⁶⁴ LOFT - Line Oriented Flight Training

5.3.3. Tehnički suport prevencije ljudskih pogrešaka

GPWS⁶⁵ je sustav oglašavanja opasnog približavanja zemlji koji ima mogućnost automatskog uzbunjivanja glede trenutne visine od terena a u svrhu pravovremenog izbjegavanja prijetnje uslijed male visine odnosno neposredne blizine zemlje.

EGPWS⁶⁶ je moderniji sustav uzbunjivanja koji uspoređuje digitalnu bazu podataka, koja sadrži informacije o konfiguraciji terena cijelog svijeta, s pozicijom i visinom zrakoplova, te generira sliku okolnog terena u različitim bojama koje označavaju različite visine. Ovaj sustav daje pilotu vremensku prednost od 60 sekundi da izbjegne moguću prijetnju, što je mnogo više od konvencionalnog GPWS-a koji daje deset sekundi. Jedinica je po veličini i ostalim značajkama kompatibilna sa starijim sustavom te nisu potrebne neke radikalne preinake. Prednost je ovog sustava u tome što omogućuje pilotu vizualni prikaz opasnog terena ispod i ispred zrakoplova što je vrlo bitno pri letenju noću i u uvjetima loše vidljivosti.

TCAS/ACAS⁶⁷ je logički sustav za uzbunjivanje i izbjegavanje sudara u zraku. Sustav je konceptijski zasnovan na logičkom otkrivanju rizičnih situacija na temelju detektiranih varijabli (visine, kursa, udaljenosti i drugih podataka između dva ili više zrakoplova) sa sposobnošću odabira najboljeg manevra izbjegavanja u opasnim situacijama. U SAD-u je od 1. siječnja 1994. godine odlukom kongresa obavezna ugradnja TCAS sustava za svaki zrakoplov s više od 30 sjedala. ICAO je na međunarodnoj razini promovirao opremanje svih zrakoplova s više od 30 sjedala sustavom ACAS II do 1. siječnja 2000. godine s širenjem tih normativa na sve zrakoplove s više od 19 sjedišta do 1. siječnja 2005. godine.

U cilju postizanja povećanja sigurnosti i smanjenja minimuma razdvajanja između zrakoplova, pilotu se treba omogućiti praćenje procesa odvijanja prometa što je tek djelomično postignuto preko sustava TCAS/ACAS. Stoga se krenulo u razvoj sustava za izbjegavanje sudara sa trenutnim prijenosom podataka.

ADS-B⁶⁸ je najnovija tehnologija koja omogućuje potpuni pregled zračnog prometa.

U sklopu ADS-B svaki sudionik u prometu periodično emitira podatke kao što su pozicija, pozivni znak, brzina i ostale korisne informacije.

Te podatke istovremeno mogu primati drugi zrakoplovi u zraku i kontrola leta na zemlji što uvelike poboljšava pregled odvijanja prometa.

Sa sve širom primjenom globalnih navigacijskih sustava kao što je već spomenuti GNSS, vrlo se precizno sa zemlje ili iz drugog zrakoplova (pomoću CDTI⁶⁹) mogu pratiti informacije o

⁶⁵ GPWS - Ground Proximity Warning System

⁶⁶ EGPWS - Enhanced ground-proximity warning system

⁶⁷ TCAS/ACAS - Traffic Alert Collision Avoidance System/Automatic Collision Avoidance System

⁶⁸ ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast

poziciji, brzini (horizontalnoj i vertikalnoj) i namjerama drugih zrakoplova u realnom vremenu.

Veliki komercijalni zrakoplovi i neki manji komercijalni, poslovni i privatni zrakoplovi moraju biti opremljeni sa dvije takozvane "crne kutije" koje bilježe informacije o letu. Oba uređaja su instalirana da pomognu pri rekonstrukciji događaja koji su doveli do zrakoplovne nesreće. Smješteni su u rep zrakoplova iz razloga što se u većini zrakoplovnih nesreća pokazalo da je to dio zrakoplova koji pretrpi "najmanje" oštećenja.

Svaki uređaj je opremljen sa ULB⁷⁰ odašiljačem koji omogućuje lociranje u slučaju da se nakon nesreće uređaji nađu u vodi.

CVR⁷¹ bilježi konverzaciju između posade, snima komunikaciju sa kontrolom leta, konverzacija između pilota i kabinskog ili zemaljskog osoblja kao i druge zvukove unutar kokpita.

Zvukovi koji mogu biti od interesa za istražitelje su buka motora, oglašavanje stall warning⁷², uvlačenje ili izvlačenje stajnog trapa i dr. Povjerenstvo (koje se najčešće sastoji od zrakoplovnih vlasti, predstavnika zrakoplovne kompanije, proizvođača zrakoplova, proizvođača pogonske grupe) na osnovu zabilježenih informacija sastavljaju pisani transkript koji se koristi tijekom istrage.

FDR⁷³ je starija analogna inačica uređaja koja služi za bilježenje parametra leta zrakoplova (kao što su visina, brzina, kurs, položaj zrakoplova itd.) i koristi kao medij za pohranu podataka magnetsku traku. Po pravilima novo proizvedeni zrakoplovi moraju biti opremljeni uređajima koji bilježe najmanje 28 važnih parametara.

DFDR⁷⁴ je novija inačica uređaja koji koristi digitalnu tehnologiju i mogu bilježiti više od 300 parametara u letu (od pozicije zakrilaca, rada auto-pilota ili oglašavanja alarma pri pojavi dima itd.) Pomoću podataka dobivenih iz DFDR može se generirati računalno animirana rekonstrukcija leta do zadnjeg trenutka prije same nesreće. Istražitelji tako mogu vizualizirati položaj zrakoplova, pokazivanje instrumenata, podešenu snagu motora i ostale parametre leta. Međutim DFDR je pored navedene osnovne namjene, određivanja mogućeg uzroka zrakoplovne nesreće, poslužio za sasvim suprotnu svrhu. U zadnjih desetak godina tehnološke prednosti DFDR-a povećale su mogućnost pribavljanja i analiziranja informacija o letnim karakteristikama zrakoplova tijekom letnih operacija. Te se informacije mogu analizirati na rutinskoj osnovi u svrhu identificiranja trendova koji mogu dovesti do rizičnih situacija.

⁶⁹ CDTI - Cockpit Display of Traffic Information

⁷⁰ ULB - Underwater Locator Beacon

⁷¹ CVR - Cockpit Voice Recorder

⁷² Zvučnom signalizacijom upozorava se pilota na opasnost od sloma uzgona kada se zrakoplov nađe u položaju sa velikim napadnim kutom i malom brzinom.

⁷³ FDR - Flight Data Recorder

⁷⁴ DFDR - Digital Flight Data Recorder

Potencijal ove strategije je da se omogućava zrakoplovnim vlastima i operaterima rano poduzimanje preventivnih akcija. Rutinskom analizom digitalnih letnih podataka značajna je dodatna pomoć u izbjegavanju nesreća objektivnom identifikacijom negativnih sigurnosnih trendova. Neosporna je korist ovih informacija kao dodatne pomoći postojećim izvorima informacija o sigurnosti koje se oslanjaju na istrage nakon nesreća ili podacima dobivenih iz izvješća o incidentima.

Prepoznajući ljudski čimbenik kao jedan od glavnih čimbenika zrakoplovnih nesreća, u SAD-u je razvijen program namijenjen pilotima koji je izuzetno učinkovit u prepoznavanju problema i prevenciji nesreća. Program FOQA⁷⁵ je nastao na temelju prikupljenih i analiziranih podataka snimljenih u svakodnevnim letnim operacijama s ciljem da se prepozna ljudska greška te poveća učinkovitost posade, a i samih trenažnih programa i letnih procedura. FAA su iz rezultata primjene zaključile da FOQA program pruža izvor objektivnih informacija koji identificira potrebna poboljšanja glede posada pri izvođenju letnih operacija, poboljšanja trenažnih programa, operativnih procedura, projektiranja i održavanja zrakoplova. Na taj način DFDR je kroz FOQA program postao jedan od veoma učinkovitih alata za proaktivnu prevenciju zrakoplovnih nesreća.

Skoro svakodnevno se susreću različiti oblici nerazumijevanja. Čak i kod osoba koje komuniciraju na zajedničkom jeziku, sa istovjetnim poznavanjem teme, povremeno dolazi do nerazumijevanja u međusobnom dijalogu onoga što se mislilo kada je izrečeno i što je percipirano.

U običnoj diskusiji ili rutinskim poslovnim situacijama rezultat takve pogreške u komunikaciji može sezati od šaljive situacije do skupih grešaka. Međutim u zrakoplovstvu ishod verbalnog ne sporazumijevanja može biti smrtonosan. Primarna odgovornost za jasnu i razumljivu radio komunikaciju je na samim pilotima i kontrolorima.

Komunikacija se smatra uspješnom ako pošiljalac i primalac razumiju i interpretiraju poruku na isti način.

To se postiže pomoću povratne informacije⁷⁶ koja čini da se komunikacija samokontrolira. No, mora se imati na umu da različiti ljudi mogu interpretirati istu poruku na različite načine (naročito druge nacionalnosti) što može rezultirati direktnim ugrožavanjem. Od svih pet osnovnih osjeta⁷⁷ koje čovjek posjeduje, samo sluh se koristi u komunikaciji pilot-kontrolor, što čini tu zrakoplovnu komunikaciju kritičnom i naglašava potrebu za uzajamnom i obostranom odgovornošću.

⁷⁵ FOQA - Flight Operational Quality Assurance

⁷⁶ Izvorno: feed back

⁷⁷ Vizualni (vid), auditorni (sluh), taktilni (dodir), olfaktorni (njuh) i okus.

Komunikacija pilot-kontrolor ima osobine slične telefoniji, ali bez simultanosti, naime, samo jedna radio-poruka se može slati u jednom momentu. Dodatni problem te komunikacije je činjenica što je ona po svojoj prirodi ograničena vremenom. Potreba da se informacija prenese ili primi nešto prije unaprijed određenog trenutka ili u limitiranom periodu vremena, čini sigurnost letenja ozbiljno ovisnom o brzini i vremenski dobro tempiranoj komunikaciji.

Razni izvori kategoriziraju tipove pogrešaka u izvješćima nerazumijevanja pilota i kontrole leta. Graysonova i Billingsova klasifikacija pokazuje broj incidenata uslijed verbalnih komunikacijskih problema između pilota i kontrolora. Svrstavaju probleme u deset kategorija od kojih su najmanje tri specifično lingvističke: dvoznačna frazeologija, netočna informacija, pogrešna interpretacija (fonetska sličnost). Najčešći uzrok problema je izostanak odašiljanja potrebne i odgovarajuće poruke, bilo od strane pilota ili kontrolora.

Iako uporaba jedinstvene frazeologije može smanjiti rizik mogućeg prekida komunikacije i povećati brzinu poruka između pilota i kontrolora, još uvijek postoje problemi koji mogu utjecati na sigurnost, a oni se dijele u dvije osnovne grupe – jezični i nejezični (neuporaba ili loša uporaba radio stanice, problem brojeva i dr.)problemi.

Neke jezične konstrukcije se mogu, a često se i interpretiraju, na različite načine. Najčešći uzroci nerazumijevanja su dvoznačnost, koja se često ili uopće ne uočava ili se zanemaruje, homofonija kad se različite riječi izgovaraju isto ili gotovo isto: "to" ili "two" , "left" ili "west", intonacija, nepoznata terminologija itd.

Pogreške su najčešće uvjetovane:

- uslijed pogrešno odabrane ili podešene frekvencije,
- pretiho podešena glasnoća,
- blokiranje frekvencije zbog zagušenosti simultanim radiopredajama,
- pokušaji komuniciranja na pogrešno selektiranoj radiopostaji (Box 1 ili Box 2), "zaglavljani mikrofoni",
- električni kvar,
- kvar na radiopostaji kontrole leta.

Uzroci gubitka radio veze su:

- neispravno biranje radio frekvencije 52%,
- blokirana frekvencija 15%,
- kvar odašiljača kontrole zračnog prometa 7%,
- kvar rezervnog odašiljača kontrole zračnog prometa 3%,
- kontrolor leta na pogrešnoj frekvenciji 3%.

Tablica 21. Grayson-ova i Billing's-ova klasifikacija.

Kategorija	Broj izvješća o incidentima	Definicija
Netočnost u sadržaju	792	1) Greške formulacije, netočni podaci 2) Greške procjene 3) Konfliktna interpretacija
Dvoznačna frazeologija	529	Sastavljanje poruka, frazeologija ili izgovaranje dovodi do pogrešne interpretacije
Nepotpun sadržaj	296	Izvornik ne daje sve potrebne informacije primaocu da bi ovaj iste razumio
Netočna informacija	85	Pogrešno razumijevanje zbog pogrešnog redosljeda brojeva (transpozicija brojeva) unutar poruke
Pogrešna interpretacija	71	Imena i brojevi koji slično zvuče (fonetska sličnost) dovode do konfuzije u značenju ili identitetu (pozivni znak) kod primaoca
Neotposlana informacija	1991	Izostanak stvaranja poruke ili predaje potrebne odnosno odgovarajuće poruke
Neppravovremena transmisija	710	Beskorisna poruka za primaoca budući da je transmisija prekasna ili prerana
Distorzija glasa ⁷⁸	171	Izgubljeni sadržaj poruke ili tako iskrivljen da ga primalac ne može dešifrirati
Neotposlana informacija	153	Kvar uređaja (tehnički otkaz) koji rezultira potpunim gubitkom poruke
Primalac ne prati/slušā	553	Neslušanje, ne praćenje ili ne registriranje poslāne poruke

Izvor: U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) Aviation Safety Reporting System (ASRS)

Učestalost gubitka veze ovisi i o fazi leta⁷⁹, iskustvu pilota⁸⁰ kao i o tome da li je to let općeg zrakoplovstva ili zrakoplovne kompanije⁸¹.

Brojni tehnički problemi mogu usporiti ponovno uspostavljanje veze, ali gotovo uvijek uzrok tome je ne uočavanje gubitka veze. Najčešći uzročni čimbenik povezan sa kasnom reakcijom na gubitak radio veze je preopterećenost ili dekoncentracija u situacijama visokog opterećenja.

Najuobičajeniji način otkrivanja gubitka veze je bio običan pokušaj uspostave veze, zatim nenadani događaj, neočekivani poziv kontrole na drugoj frekvenciji ili poziv putem kompanijske frekvencije.

Komunikacija pilot-kontrolor podložna je utjecaju mnogih ljudskih čimbenika kao što su odvlačenje pažnje, zamor, nestrpljenje, nekooperativnost i slični izvori interferencije koji

⁷⁸ Izvorni termin: garbled phraseology

⁷⁹ Od ukupnog broja incidenata (128), broj incidenata zbog gubitka veze najčešći je u fazi krstarenja (45 kompanijski) i prilaza (36 opće zrakoplovstvo)

⁸⁰ Manje iskusni piloti imaju više šanse za gubitak veze (na 50 sati zabilježeno je 12 incidenata, na 400 sati 2 incidenta i na 800 sati jedan incident)

⁸¹ Češći je gubitak veze kod općeg zrakoplovstva nego kod kompanijskih letova

povećavaju vjerojatnost ometanja regularne komunikacije. Krajnji ishod može rezultirati time da sve potrebne informacije ili dio njih ne budu otposlane; budu poslane ali se nisu čule; da budu otposlane i da se čuju ali da se ne razumiju; da budu poslane, da se čuju i razumiju, ali ne budu zapamćene.

Potencijalna opasnost koja se javlja u svezi s brojevima odnosi se na visine, kurseve, frekvencije, kodove transpondera, brojeve u pozivnim znakovima, brojeve letova, broj staze u uporabi i na mnoge druge elemente leta. Taj problem najčešće je vezan za očekivano odobrenje od strane kontrolora i očekivani "feed back" od strane kontrolora.

Postoji i treći aspekt, a to je problem stava prema službenom jeziku koji nije materinji. Iako je engleski jezik službeni jezik u zrakoplovstvu, pri njegovoj globalnoj primjeni javljaju se mnoge poteškoće. Kod pilota i kontrolora koji koriste tečan i korektan engleski, problemi mogu nastati uslijed različitih naglasaka. Najznačajnije teškoće javljaju se kada je točna i precizna glasovna komunikacija neophodna za utvrđivanje i ispravljanje kritične i opasne situacije u kojem je standardna frazeologija nedostatna. Ponekad je kvaliteta govornog jezika tako niska da se pilot i kontrolori ne razumiju i ne shvaćaju namjere onog drugog.

U mnogim zemljama javljaju se politički stavovi, nacionalna i kulturološka osjetljivost kada je u pitanju uporaba engleskog kao standardnog jezika u zrakoplovnoj komunikaciji.

U nekim zemljama se komunikacija između pilota lokalnih letova i kontrole zračnog prometa vodi na domaćem jeziku i na taj način se onemogućava ostalim pilotima da budu upoznati sa sadržajem njihove komunikacije. To može rezultirati incidentnim situacijama uslijed smanjene svjesnosti o poziciji i akcijama ostalih zrakoplova, smanjenom pažnjom kao i ugrožavanjem normi razdvajanja.

Da bi se prevladali navedeni problemi krenulo se u razvoj sustava koji bi uz govornu komunikaciju omogućio potvrđivanje primljene/poslane informacije.

Jedan od sustava koji nudi rješenje problema verbalne radio komunikacije je ADLS⁸² sustav koji omogućuje digitalnu transmisiju poruka između pilota i kontrolora kroz dvosmjernu vezu podataka⁸³. Kodirana poruka se šalje i poslije prijema dekodira te prikazuje u obliku teksta, grafike ili govora. Sa ovim sustavom se može izmijeniti više informacija u manje vremena.

Data linkom ili prijenosnikom podataka se prenose rutinska odobrenja, instrukcije i poruke i svrha mu je poboljšanje sadašnjeg komunikacijskog sustava. Ovaj sustav brzom i točnom razmjenom podataka znatno olakšava posao pilotima i kontrolorima, umanjuje stres i povećava sigurnost letnih operacija.

⁸² ADLS - Aeronautical Data Link System

⁸³ TWDL – Two-Way Data Link

6. OSVRT NA SUSTAV SIGURNOSNOG MENADŽMENTA U HRVATSKOJ

U Hrvatskoj nema neovisne organizacije za sigurnost zračnog prometa. Ne postoje baze podataka niti je uspostavljen informacijski sustav za prikupljanje, obrađivanje, analize i razmjene relevantnih podataka vezanih za sigurnost.

Regulator zračnog prometa – Uprava civilnog zrakoplovstva, nema usvojene niti strategijske okvire razvoja zračnog prometa pa tako niti definiranu politiku konzistentnog sigurnosnog upravljanja. Nalazi provedenih ICAO IASA⁸⁴ audita upućuju na problemati nekoordiniranosti rada Uprave zračnog prometa i zrakoplovne inspekcije.

Također ne postoji metodologija za pripremanje sigurnosnih preporuka i programa te praćenje njihovih učinaka na promjene u regulativi. Nedostatak povjerljivog sustava izvješćivanja i ignoriranje rezultata istraživanja i konkretnih prijedloga istraživačkih institucija čini još kompliciranijim procjenjivanje sigurnosne razine zračnog prometa i sprječava poimanje ozbiljnosti problema.

Valorizacija sigurnosne razine zračnog prometa temelji se na analizi dvaju glavnih pokazatelja odnosno izravne pokazatelje izražene veličinom nesreća ili nezgoda i posredne pokazatelje izražene ocjenom implementiranosti sigurnosnih normativa u nacionalnoj regulativi.

Od osamostaljenja do danas, ograničavajući se na komercijalno civilno zrakoplovstvo, u Hrvatskoj nije bilo zrakoplovnih nesreća sa posljedicom smrtnog stradavanja.

Analiza postojećih izvješća o nezgodama može rezultirati iskrivljenom slikom sigurnosne razine zračnog prometa.

Ocjena prihvatljive sigurnosne razine zrakoplovne operative u Hrvatskoj, s druge strane, može se donijeti na osnovu nalaza redovitih audita, koje provode trans-nacionalna supervizorska povjerenstva. I nacionalna zrakoplovna tvrtka i nacionalna kontrola zračnog prometa adoptirali su instrumente proaktivnog sigurnosnog menadžmenta slijedom aktivnog članstva u europskim strukovnim asocijacijama.

7. ZAKLJUČAK

Zračni promet, kao globalni dinamički sustav, zahtijeva specifičnu regulativu i u segmentu sigurnosnog menadžmenta. Za razliku od ostalih prometnih sustava, značajka je sustava zračnog prometa centraliziranost upravljanja pomoću globalne regulative i kodeksa ponašanja na međunarodnoj razini. Evidentno je da eventualna nekompatibilnost nacionalne regulative

⁸⁴ IASA – International Aviation Safety Assessment.

može uzrokovati ograničenu eksploataciju i nemogućnost uključenja u međunarodne prometne tokove.

Kategorija sigurnosti i sve što se pod tim pojmom podrazumijeva u zračnom prometu izravno je u suprotnosti s interesima financijske dobiti proizvođača zrakoplova, prijevozničkih i aerodromskih operatera.

Stoga su usvajanja sigurnosnih normi oduvijek je praćena opiranjima i teškim postizanjem konsenzusa kako na nacionalnoj tako i na međunarodnoj razini, a sama implementacija sigurnosnih normativa izravno ovisi o ekonomskoj moći države odnosno spremnosti izdvajanja financijskih sredstava državnog proračuna za subvencioniranje. U uvjetima deregulacije i liberalizacije tržišta usluga zračnog prometa, aspekt sigurnosti dodatno je usložen, pa se, cijeneći negativna "cost versus" - iskustva razvijenih zemalja, preferira strogo centralizirani nadzor promjene sigurnosnih normativa kao jedina opcija stabilnog sigurnosnog funkcioniranja sustava. U nekim aspektima globalnog sustava zračnog transporta moraju se poduzeti novi pristupi u svezi osiguranja većeg nivoa sigurnosti i od strane zrakoplovne industrije i od zrakoplovne regulative.

U sklopu ICAO je pokrenuta globalna sigurnosna inicijativa⁸⁵ fokusirana na moderniziranje Annex-a 13⁸⁶ Čikaške konvencije koja uspostavlja standarde i preporučuje postupke⁸⁷ istraživanja i prevencije zrakoplovnih nesreća.

Poboljšanje razine sigurnosti u vidu smanjenja stope nesreća zahtijeva novu koncepciju proaktivnog pristupa i analizom rizika svih sudionika zrakoplovne industrije.

Prepoznata je i važnost ljudskog čimbenika u inicijativi prevencije zrakoplovnih nesreća i sigurnosnog menadžmenta zračnog prometa. ICAO nalaže zemljama članicama poduzimanje korektivnih akcija kao i razvoj i implementaciju novih sigurnosnih sustava.

To se naročito odnosi na sudjelovanje u naporu, svih zemalja članica, u poboljšanju postojećih sigurnosnih baza podataka i razmjenu informacija vezanih za sigurnost s ciljem razvoja sveobuhvatne analize podatka i informacija distribuiranih kroz informatičku mrežu uzimajući u obzir potrebu adekvatne zaštite privilegiranih informacija i njihovih izvora. Stimulira se slobodna razmjena sigurnosnih podataka i informacija u operativi zračnog prometa uključujući podatke dobivene konvencionalnim sustavima izvješćivanja o incidentima ICAO ADREP⁸⁸ i povjerljivim reporting sustavima. Opetovano se ponavlja i potreba implementacije preventivnih programa za prevenciju CFIT i ALAs nesreća.

Na regionalnoj razini su po uzoru na američku zrakoplovnu administraciju FAA u Europi utemeljene Združene zrakoplovne uprave JAA čija je domena sigurnosne regulative

⁸⁵ GASP - Global Aviation Safety Plan

⁸⁶ Aircraft Accident and Investigation

⁸⁷ SARPs - Standards and Recommended Practices

⁸⁸ ADREP - Accident/Incident Data Reporting

transferirana u nadležnost novoustrojene Europske agencije za sigurnost zračnog prometa EASA.

Implementacija sigurnosnih standarda u zračnom prometu aktualizirana je donošenjem ICAO Pravilnika o sigurnosnom menadžmentu.

Nova proaktivna koncepcija prevencije zrakoplovnih nesreća u zrakoplovnoj se operativi sve više primijenjuje slijedom adoptacije regulatornih zahtjeva europskih strukovnih asocijacija.

Literatura

Knjige i publikacije

1. Wiener, E. L.; Nagel, D. C. Human Factors in Aviation. Academic Press, San Diego, California, 1988.
2. Wiener, E. L.; Kanki, B. G.; Helmreich, R. L. Cockpit Resource Management. Academic Press, San Diego, California, 1993.
3. Garland, D.J., J.A. Wise, V.D. Hopkin (Eds.). Handbook of Aviation Human Factors. Hillsdale, NJ, 1999.
4. Helmreich, R.L., Wilhelm, J.A., Klinect, J.R., & Merritt, A.C. Culture, error and Crew Resource Management. In E. Salas, C.A. Bowers, & E. Edens (Eds.), Improving Teamwork in Organizations: Applications of Resource Management Training, Hillsdale, NJ, 2001, pp. 305-331.
5. Reason, J. Human Error. Cambridge University Press, New York, 1990.
6. An Introduction to Professional Flight Safety: Tool Kit for Human Factors. Flight Safety Foundation, European Advisory Committee.
7. Human Factors Digest No. 1 "Fundamental Human Factors Concepts", Circular number 216-AN/131, ICAO, Montreal, 1989.
8. ICAO Safety Management Manual, Doc. 9859, Montreal, 2006.
9. Reason, J.: Human Error: Models and Management. BMJ 2000, 320(7237), p. 768-780.
10. Steiner, S.: Elementi sigurnosti zračnog prometa. Sveučilišni udžbenik. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998.
11. Božičević, J., Steiner, S., Galović, B., Pavlin, S., Tatalović, M., Kaštela, S., Prebežac, D., Škurla, R.: Koncepcija strategije razvoja zračnog prometa Hrvatske, Znanstvena studija. Institut prometa i veza, Zagreb, 2002.

12. Mišetić, I., Bajić, J., Tatalović, M., Takač, A.: Strategic Directions of Air Transport Development in Croatia by the Year 2010. *Promet – Traffic – Traffico*, Vol. 13, Proceedings, Supplement No. 4, Zagreb, 2001, p. 43-52.
13. Dinjar, S.: Model prevencije zrakoplovnih nesreća. Magistarski rad. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
14. Steiner, S.: The Impact of Transition Processes on Safety. Flight Safety Foundation & European Regions Airline Association, 14th European Safety Seminar, Conference Proceedings, Budapest (Hungary), March 11-13, 2002, p. 1-7.
15. Steiner, S., Vidović, A., Dinjar, S.: Safety Culture in Aviation. *Promet-Traffic-Traffico*, Scientific Technical Journal for Traffic Theory and Practice. 14 , Supplement No. 1, 2002, p. 211-216.
16. Tatalović, M., Steiner, S., Mišetić, I., Košenski, M.: New Technologies and Air Traffic Safety. *Promet Traffic Traffico*, Vol 16, Supplement No 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004. p. 1-15
17. Steiner, S.: Conceptual Assumptions of Air Transport Strategy. International Scientific and Professional Conference, Proceedings, *Promet-Traffic-Traffico*, Vol. 16, Supplement No.1, 2004, p. 1-16.

Internetski izvori

18. www.flightsfety.com
19. www.icao.int
20. www.asrs.arc.nasa.gov
21. www.eurocontrol.be
22. <http://bib.irb.hr>

Popis slika

Slika 1. Ikar	4
Slika 2. SHEL model	13
Slika 3. Utjecaj razine stresa na psihofizičke sposobnosti	17
Slika 4. Dijagram “sigurnosne rezerve” mogućnosti pilota i složenosti zadaće	17
Slika 5. Analogni i digitalni displeji i instrumenti	19
Slika 6. Godišnja stopa nesreća komercijalnih zrakoplova u svijetu (1986.-2005.)	23
Slika 7. Broj smrtno stradalih u svijetu od 1987. do 2005. prema uzroku nesreće	24
Slika 8. Kvantifikacija primarnih uzroka zrakoplovnih nesreća	25
Slika 9. Primarni uzroci nesreća komercijalnih zrakoplova poznatih uzroka 1987.- 1996.....	26
Slika 10. Primarni uzroci nesreća komercijalnih zrakoplova poznatih uzroka 1996.- 2005....	26
Slika 11. Učestalost zrakoplovnih nesreća po fazama leta za razdoblje 1996.- 2005.....	27
Slika 12. Mjesta najučestalijih pojava nesreća unutar ograde aerodroma.....	28
Slika 13. Temeljni predmeti izučavanja ljudskih čimbenika u zračnom prometu	29
Slika 14. «Sigurnosni svod»	30
Slika 15. Osobne kvalitete	30
Slika 16. Glavni segmenti operative zračnog prometa	31
Slika 17. Specifična sigurnosna područja - kategorije zrakoplovnih nesreća	32
Slika 18. Iceberg model	35
Slika 19. Heinrichova piramida	36
Slika 20. Utjecaj nacionalne kulture na ljudske pogreške	36
Slika 21. Utjecaj profesionalne kulture na ljudske pogreške	37
Slika 22. Utjecaj organizacijske kulture na ponašanje posade	38
Slika 23. Reasonov model švicarskog sira	41
Slika 24. Najučestalije kategorije incidenata u ASRS izvještajima	43
Slika 25. Odstupanje od visine prema ASRS izvješćima u razdoblju od 1983. do 1994.....	44
Slika 26. Odstupanja od visina prije i nakon uvođenja programa svjesnosti visine	45
Slika 27. Postotak odstupanja od visine po različitim visinama leta	47
Slika 28. Posljedica nepravilno podešenog visinomjera iz jednog ASRS izvješća	48

Popis tablica

Tablica 1. Kvantifikacija nesreća prema dobnoj skupini pilota	14
Tablica 2. Učestalost nesreća prema dobnoj skupini pilota	15
Tablica 3. Udio pogrešaka u ovisnosti o formatu skala	18
Tablica 4. Broj zrakoplovnih nesreća (1996.-2005.)	22
Tablica 5. Klasifikacija zrakoplovnih nesreća (1988.-1993.)	24
Tablica 6. Primarni uzroci prilazno-sletnih nesreća zrakoplova	33